И. Б. ГОРДИЙЧУК
В. Г. ПЕЛЛЬ

СПРАВОЧНИК КИНООПЕРАТОРА

ББК 37.95
Г68

Г $\frac{32303\text{-}031}{025(01)\text{-}79}$ 137-77

4 910 030 000

ПАМЯТИ ВЫДАЮЩЕГОСЯ
КИНООПЕРАТОРА
АНДРЕЯ НИКОЛАЕВИЧА МОСКВИНА

ОТ АВТОРОВ

Достижения науки и прогресс всех отраслей техники за последние два десятилетия определили дальнейшее развитие технических средств кинематографа, что привело к существенному расширению его творческих возможностей. На базе новой техники были созданы и нашли широкое распространение системы цветного широкоэкранного, широкоформатного, полиэкранного, стереоскопического и других видов кинематографа. Узкая 16-*мм* кинопленка стала основным форматом в телевидении многих стран.

С учетом этих изменений и написан настоящий Справочник. Авторы попытались изложить основные сведения о технике кинематографии, связанной со съемочным процессом, т. е. с кругом непосредственных обязанностей и интересов кинооператора.

В разделе I «Системы кинематографа» приведены сведения о параметрах различных кинематографических систем и основных исторических этапах их развития. Главное внимание уделено советским системам «Широкий экран», «Широкий формат», «Совполикадр», «Варио-70», «Стерео-35» и «Стерео-70». Рассмотрены также наиболее интересные иностранные системы.

В разделе II «Киносъемочные аппараты» читатель найдет описание и справочные сведения о профессиональной киносъемочной аппаратуре различного формата и назначения, выпускаемой промышленностью СССР, а также о многих наиболее интересных кинокамерах ряда иностранных фирм, которые находят применение на отечественных предприятиях.

В разделе III «Киносъемочные объективы» приведены необходимые оператору основные положения геометрической оптики, сведения о параметрах и ассортименте отечественных объективов для съемки обычных, широкоэкранных, широкоформатных и узкопленочных фильмов. Рассмотрены особенности анаморфотных объективов и объективов с переменным фокусным расстоянием. Раздел содержит большое количество справочных таблиц.

В разделе IV «Применение телевизионной техники и магнитной записи изображения в производстве кинофильмов» рассмотрены случаи использования в кинематографии телевизионных визиров, многокамерного метода съемки и применения магнитной записи изображения для контрольных и репетиционных целей. Приведены сведения об отечественных и некоторых иностранных кинотелевизионных системах.

В разделе V «Штативы, тележки и операторские краны» даны основные технические параметры этих видов оборудования, выпускаемого отечественной промышленностью.

В разделе VI «Элементы светотехники» содержатся необходимые оператору сведения по светотехнике, цветоведению, съемочным светофильтрам, некоторым цветным стеклам и киногримам.

В разделе VII «Источники света и естественное освещение» сообщается о многочисленных видах источников света, применяемых при киносъемках, описаны новейшие галогенные лампы накаливания, металлогалогенные и люминесцентные лампы. Рассмотрены особенности естественного освещения при натурных съемках.

В разделе VIII «Осветительная аппаратура» приведены данные о современных отечественных осветительных приборах и их ассортименте. Даны их основные характеристики и рекомендации по применению.

В разделе IX «Киносъемочное освещение» приводятся рекомендации по подбору осветительных приборов и элементам расчета операторского освещения для различных случаев съемки. Описаны методы контроля киносъемочного освещения и параметры наиболее распространенных контрольно-измерительных приборов — экспонометров и цветояркомеров отечественного и иностранного производства.

В разделе X «Кинопленки, их фотографические свойства и процессы изготовления фильмовых материалов» изложены основные понятия фотографической сенситометрии в объеме, необходимом оператору. Приведены показатели отечественных цветных и черно-белых кинопленок, а также кинопленок некоторых иностранных фирм. Даны схемы различных технологических процессов производства и тиражирования фильмов, основанных на применении отечественных и иностранных негативных и обращаемых кинопленок.

В разделе XI «Трансформация изображения кинематографических систем» содержатся необходимые сведения о процессах преобразования изображения фильмов из одного формата в другой и особых требованиях к компоновке изображения в кадре.

В разделе XII «Кинофильмы для показа по телевидению» рассмотрены особенности восприятия изображения при телевизионном показе и связанные с этим специфические требования к киноизображению. Приведены рекомендации по параметрам и способам контроля цветных фильмокопий для телевидения.

Разделы I—V, X—XII написаны И. Б. Гордийчуком, разделы VI—IX — В. Г. Пеллем.

РАЗДЕЛ I

СИСТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

Со времени первого показа братьями Люмьер своих коротких кинофильмов широкой публике 28 декабря 1895 г. в Париже было предложено и создано много различных кинематографических систем, отличающихся техническими решениями и изобразительными возможностями. Создание новых систем всегда основывалось на использовании достижений различных областей науки и служило расширению художественно-изобразительных возможностей киноискусства.

В разное время во многих странах предлагалось большое количество различных кинематографических систем, однако большинство из них по многим причинам остались нереализованными. Только незначительная часть систем осуществлялась практически, но из них немногие выдержали проверку временем и нашли широкое применение. Вместе с тем отдельные оригинальные идеи и технические решения, содержащиеся даже в нереализованных системах, в дальнейшем использовались и служили развитию кинематографа.

Так, принцип анаморфирования изображения при съемке и дезанаморфирования при проекции, на котором основан один из наиболее распространенных в настоящее время видов широкоэкранного кинематографа, базируется на использовании специальной оптической системы, предложенной Э. Аббе еще в 1897 г. и названной им «Анаморфот». В 1927 г. для осуществления этого метода в кино А. Кретьеном была разработана конструкция специального объектива «Гипергонар». Однако широкое практическое применение принципа анаморфирования изображения начинается только в пятидесятых годах XX века, когда

создаются системы «Синемаскоп» в США и «Широкий экран» в СССР.

В этот период было предложено и разработано особенно много разновидностей различных систем, которые дали возможность кинематографии западных стран, и в первую очередь США, успешно конкурировать с бурно развивающимся телевидением.

Отдельные фирмы различными путями решали недоступную телевидению задачу расширения горизонтальных и общих размеров изображения на экранах кинотеатров. Часто дорабатывались и использовались старые, забытые патенты и идеи, не нашедшие по каким-либо причинам применения в прошлом. Так, появились *системы панорамного кинематографа*, использующие для съемки и проекции несколько пленок, *широкоэкранные системы* с анаморфированным изображением, с кашетированным кадром, с горизонтально расположенным кадром увеличенного размера на 35-*мм* кинопленке и, наконец, *широкоформатные системы*, в основу которых было положено применение пленок шире 35 *мм*.

Все эти системы так или иначе решали задачу увеличения общих размеров экранного изображения в кинотеатре и углов его рассматривания зрителями, что было необходимо для создания так называемого *эффекта участия* зрителя в происходящем на киноэкране действии. Как показала в дальнейшем практика, различные способы решения этой задачи дали разные качественные и экономические результаты. Самая простая и дешевая *система кашетированного кадра*, естественно, оказалась и самой плохой по качеству экранного изображения. Различные системы кинопанорамы, использующие одновременно несколько пленок, были дорогими, сложными в эксплуатации и как следствие экономически нецелесообразными.

В результате наибольшее распространение получили широкоэкранные системы с анаморфированным, сжатым по горизонтали, изображением, использующие 35-*мм* пленку. Они позволили получить в большинстве кинотеатров, кроме самых крупных с экранами очень большого размера, удовлетворительное качество изображения при относительно низких затратах на производство и показ фильмов.

Широкоформатные системы, применяющие для съемки и показа фильмов кинопленки шириной 65 и 70 *мм*, хотя и позволяют получить весьма высокое качество изображения, после кратковременного периода расцвета стали применяться все реже и реже из-за высокой стоимости постановки. Этому в известной степени способствовало также значительное улучшение цветных кинопленок и обусловленное им повышение качества изображения в широкоэкранных фильмах на 35-*мм* кинопленке.

СИСТЕМА ОБЫЧНОГО КИНЕМАТОГРАФА

Эта система была единственной широко применявшейся на первых стадиях развития кинематографа. Она характеризуется использованием для съемки и демонстрирования фильмов перфорированной кинопленки

шириной 35 *мм* и кадра с шагом 19 *мм*, или четыре перфорации. Изготовление фильмокопий производится способом *контактной печати* с негатива (контратипа) и, следовательно, масштаб изображения снятых предметов в негативе и позитиве всегда одинаков. Для съемки и демонстрирования фильмов по этой системе пользуются сферическими аксиально-симметричными объективами.

С 1895 по 1928 г. система существовала в виде *немого кинематографа*, а затем постепенно преобразовалась в систему *обычного звукового*. Основные изменения, связанные с появлением звука, заключались в уменьшении кадра с 24×18 *мм* до 22×16 *мм* для размещения на кинопленке фонограммы и в увеличении частоты съемки и проекции с 16 до 24 *кадр/с* для обеспечения высокого качества звучания.

1. ОСНОВНЫЕ ДАТЫ РАЗВИТИЯ

1891—1893 гг. Т. Эдисон (США) применил светочувствительную пленку шириной 35 *мм* на прозрачной эластичной основе с двусторонней перфорацией и кадр с шагом 19 *мм*, равный четырем перфорациям. Кинопленка с такими параметрами без существенных изменений сохранилась до настоящего времени и является основой наиболее распространенных кинематографических систем.

Применительно к такой пленке Т. Эдисон сконструировал съемочный аппарат «*Кинотограф*» для фотографирования с частотой от 40 до 60 снимков в секунду и просмотровый аппарат «*Кинетоскоп*», экспонированный на выставке в Чикаго в 1893 г. В обоих аппаратах использовано непрерывное движение пленки и применен обтюратор с узкой щелью, что позволило получить достаточную резкость, но ограничивало экспозицию при съемке и яркость изображения при просмотре. Видеть изображение мог только один человек, так как оно не проецировалось на экран, а рассматривалось в кадровом окне аппарата через лупу.

1893 г. И. Тимченко (Россия) работает над созданием механизма прерывистого движения пленки (типа «улитки») применительно к проекции на экран.

1893—1894 гг. Демени, Контенсуз и Бюнцли (Франция) конструируют для прерывистого движения пленки «пальцевый» механизм.

1895 г. 28 декабря в Париже, в помещении «Гранд кафе» на бульваре Капуцинов, состоялся первый платный показ кинофильмов, снятых братьями Луи Жаном и Огюстом Люмьер на разработанной ими аппаратуре для съемки, печати и демонстрирования фильмов. Эту дату большей частью и считают днем рождения кинематографа. Однако братьев Люмьер нельзя назвать его единственными изобретателями. Их основная заслуга в том, что они довели до практического осуществления труд многих своих предшественников из разных стран, создав более надежную и качественную по тому времени аппаратуру, сняв и показав кинофильмы. Они впервые применили принцип прерывистого продвижения пленки при съемке и проекции с использованием

грейферного механизма. Это позволило значительно увеличить угол открытия обтюратора и решить тем самым вопрос экспонирования при съемке и получение достаточной яркости при проекции на экран. Все это дало возможность демонстрировать киноизображение одновременно большому числу зрителей.

Кинематограф по системе братьев Люмьер, или, как его тогда называли, «*Синематограф*», получил быстрое распространение. Первые фильмы после Парижа были показаны в январе 1896 г. в Лионе, в феврале — в Лондоне, Бордо и Брюсселе, в апреле — в Берлине, в мае — в Петербу́рге в саду «Аквариум» и в Вене, в июне — в Москве в саду «Эрмитаж». В июле 1896 г. фильмы демонстрировали уже в Испании и Северной Америке, а также на Нижегородской ярмарке, в Киеве, Харькове и Ростове-на-Дону.

1925 г. На Международном конгрессе в Париже договорились о стандартизации формы и размеров перфораций негативных и позитивных кинопленок, приняв предложенное французской фирмой «Пате» расположение кинокадра на 35-*мм* пленке.

1926—1929 гг. Начало эпохи звукового кинематографа. Фирма «Вестерн-Электрик» (США) разрабатывает свою систему записи звука кинофильмов, по которой на киностудии «Уорнер Бразерс» озвучивается немой фильм «*Дон Жуан*» и в звуковом варианте показывается впервые в Нью-Йорке 6 августа 1926 г. В 1927 г. эта же фирма выпускает первый звуковой художественный кинофильм «*Певец джаза*» (режиссер Кроссланд), содержащий кроме музыки и шумов также запись речи. Фильм был показан 6 октября 1927 г. в Нью-Йорке и пользовался большим успехом.

1926 г. В СССР ведутся работы по созданию систем звукового кинематографа советскими учеными и изобретателями А. Шориным, П. Тагером, В. Охотниковым и другими. В марте 1928 г. в Москве публично демонстрировали воспроизведение звука, записанного по системе, разработанной П. Тагером; в сентябре того же года в Ленинграде была показана аппаратура, созданная А. Шориным с сотрудниками.

1930 г. На экраны вышли первые советские звуковые документальные фильмы «*План великих работ*» (режиссер А. Роом) и «*Олимпиада искусств*» (режиссер В. Ерофеев). Первым советским звуковым художественным фильмом, записанным по системе П. Тагера, была кинокартина «*Путевка в жизнь*» (режиссер Н. Экк), вышедшая на экраны в 1931 г.

1932 г. Проведена стандартизация размеров кадра в системе звукового кинематографа и определена частота съемки и проекции 24 *кадр/с*.

2. СИСТЕМА ОБЫЧНОГО ЗВУКОВОГО КИНЕМАТОГРАФА

Эта система наряду с некоторыми широкоэкранными видами кинематографа до настоящего времени является одной из наиболее распространенных и применяется в производстве цветных и черно-белых художественных, документальных и научно-популярных фильмов. Теле-

Таблица I-1

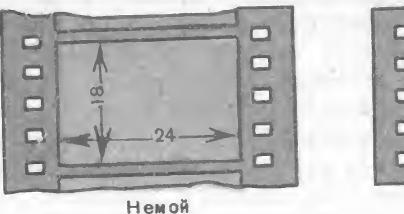
Основные технические показатели системы обычного кинематографа на 35-*мм* кинопленке

Параметры системы	Немой вариант	Звуковой вариант
Размеры, *мм*:		
кадра в негативе	24×18	22×16*
проецируемого участка	23×17,3	20,7×15,2
Площадь, *мм*²:		
кадра негатива	432	352
проецируемого участка	398	315
Соотношение сторон в негативе	1,33:1	1,37:1
Шаг кадра, *мм*	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	16	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	304	456
Расход кинопленки, *м/мин*	18,24	27,36
Вид фонограммы	—	Фотографическая

* Размеры кадра в негативе нормируются стандартами с указанием номинального значения и допуска на высоту кадра (16,0+0,5 *мм*) и минимальной ширины кадра 21,95 *мм*.

видение также часто использует ее в своих работах. Несмотря на большое распространение широкоэкранных систем, еще многие постановщики фильмов считают классический формат кадра обычной системы композиционно незаменимым для решения ряда кинематографических задач.

В табл. I-1 приведены основные технические показатели системы обычного кинематографа в немом и звуковом вариантах, а на рис. I-1 указаны размеры и расположение кадра в негативе немого и звукового фильма.



Немой



Звуковой

Рис. I-1. Кадр в негативе немого и звукового фильма

Изготовление фильмокопий на 35-*мм* кинопленке выполняется способом контактной печати, а копий других форматов — на пленках шириной 16 и 8 *мм* — оптическим путем (см. раздел XI, «Трансформация изображения кинематографических систем»).

Звукозапись в системе обычного звукового кинематографа выполняется по одноканальному монофоническому методу с получением на фильмокопии фотографической фонограммы переменной ширины или переменной плотности.

СИСТЕМЫ ШИРОКОЭКРАННОГО КИНЕМАТОГРАФА НА 35-ММ КИНОПЛЕНКЕ

Попытки создания систем кинематографа с соотношением сторон изображения больше, чем 1,37:1, которые в наше время называют *широкоэкранными,* делались с первых лет возникновения кино. Однако из-за весьма ограниченных технических возможностей практическое решение такой задачи в то время оказалось неосуществимым. Лишь в начале шестидесятых годов XX века развитие светотехники, оптики, электроники и других отраслей техники подготовило основу для реализации различных систем широкоэкранного кинематографа, отличающихся не только измененным соотношением сторон изображения, но и значительным увеличением размеров киноэкранов. Только существенное увеличение размеров изображения на экране приближает его восприятие к условиям наблюдения человеком окружающего мира, когда видимое пространство не ограничено рамкой узкого экрана, постоянно находящейся в поле зрения.

Именно такие требования стояли перед создателями новых систем панорамного, широкоэкранного и широкоформатного кинематографа наших дней. Системы панорамного и широкоформатного кино решают эту задачу наиболее полно, но сложными и дорогими техническими средствами, что ограничивает их практическое применение. Системы, относящиеся к группе широкоэкранных, решают ту же задачу более дешевыми и простыми средствами, но при этом не всегда обеспечивают нужное качество изображения. Лучшие из широкоэкранных систем нашли широкое практическое применение и успешно конкурируют с дорогими широкоформатными и панорамными видами кинопоказа.

1. ОСНОВНЫЕ ДАТЫ РАЗВИТИЯ

1897 г. Эрнст Аббе (Германия) разрабатывает оптическую систему, сжимающую изображение в одном направлении, и называет ее «*Анаморфот»*.

1927 г. Анри Кретьен (Франция) на основе работ Э. Аббе конструирует для кинематографа анаморфотную оптическую систему «*Гипергонар*», которая приблизительно в два раза увеличивает угол зрения съемочного объектива в горизонтальном направлении.

1928 г. Режиссер Клод Отан-Лара (Франция) ставит первый широкоэкранный короткометражный фильм «*Возникновение огня*» по Джеку Лондону, применяя анаморфотную оптику. Этот немой фильм с раз-

мером кадра 24×18 *мм* при анаморфировании давал на экране изображение с соотношением сторон 2,66:1. Он был показан в Париже 20 мая 1930 г.

1937 г. На Международной выставке в Париже, во Дворце Света, был показан специально снятый звуковой широкоэкранный фильм с анаморфированным изображением на двух 35-*мм* кинопленках. Демонстрирование осуществлялось с двух синхронно связанных кинопроекторов, а фонограмма воспроизводилась с отдельной пленки.

1952—1954 гг. В разных странах появляются широкоэкранные кинофильмы, снятые по системе кашетированного кадра с самым различным соотношением сторон изображения от 1,66:1 до 2,35:1.

1953 г. В сентябре в Нью-Йорке состоялась премьера первого широкоэкранного художественного кинофильма «*Тога*» (режиссер Г. Костер), снятого по системе «*Синемаскоп*», разработанной фирмой «XX век — Фокс», усовершенствовавшей систему с анаморфированием изображения. Экранное изображение в этом фильме имело соотношение сторон 2,55:1, а звуковое сопровождение было стереофоническим, записанным на четырех магнитных дорожках, нанесенных на фильмокопию.

1954 г. В мае фирма «XX век — Фокс» (США) выпускает копии той же широкоэкранной картины «*Тога*», но с одноканальной фотографической фонограммой для показа в кинотеатрах, не имеющих стереофонической звуковой аппаратуры.

1954 г. В октябре в Нью-Йорке в театре «Радио-Сити» состоялась премьера широкоэкранного фильма «*Белое рождество*», снятого по системе «*Виста-Вижн*», разработанной фирмой «Парамаунт», применившей горизонтально расположенный кадр увеличенного размера на 35-*мм* кинопленке.

1954 г. В декабре в Нью-Йорке в кинотеатре «Капитоль» демонстрировался широкоэкранный фильм «*Веракрус*», снятый по системе «*Суперскоп*», разработанной фирмой «Радио Пикчурс».

1955 г. В июне в Москве в кинотеатрах «Художественный» и «Форум» были показаны первые советские цветные широкоэкранные документальные фильмы «*Под солнцем юга*» (автор-оператор И. Гутман) и «*В чудесном городе*» (режиссер И. Копалин), снятые на Центральной студии документальных фильмов по разработанной в Советском Союзе НИКФИ совместно с киностудиями системе «*Широкий экран*» с анаморфированным изображением и стереофоническим звуком.

1956 г. В декабре в Милане был показан широкоэкранный фильм «*Случай в Монте Карло*», снятый по системе «*Технирама*», созданной итальянским отделением американской фирмы «Техниколор». Позднее эта же фирма разрабатывает широкоэкранную систему «*Супер-Технирама-70*», являющуюся развитием системы «Технирама».

1964 г. Английское отделение фирмы «Техниколор» (США) создало широкоэкранную систему «*Технископ*» с применением для съемки 35-*мм* пленки; вертикального кадра с шагом в две перфорации и пере-

ходом в фильмокопии на обычный размер кадра широкоэкранного фильма с анаморфированным изображением.

1965 г. Японские кинематографисты предложили широкоэкранную систему «*Ультра Семи-Скоп*», основанную на применении в негативе и в копиях кадра на 35-*мм* кинопленке высотой в две перфорации, которая, однако, не нашла применения.

1967 г. В СССР специалистами киностудии «Мосфильм» и НИКФИ Б. Коноплевым, М. Высоцким, Н. Бернштейном и В. Таракановым предложена широкоэкранная система «*Универсальный формат кадра*». Первый фильм, снятый на киностудии «Мосфильм» по этой системе, «*Нейлон 100%*» вышел в 1973 г.

2. СИСТЕМА С КАШЕТИРОВАННЫМ КАДРОМ

Система основывается на применении 35-*мм* кинопленки, обычной съемочной и проекционной аппаратуры, сферических объективов, но отличается от обычной размерами кадра. При сохранении полной ширины кадра 22,0 *мм*, как в обычной системе кинематографа, его высота выбирается такой, чтобы соотношение сторон соответствовало желаемому. Естественно, что чем больше будет соотношение сторон, тем меньше должна быть высота кадра, а следовательно, и его площадь.

Различают д в е разновидности этой системы широкоэкранного кинематографа — с явным и скрытым кашетированием.

В п е р в о м случае ограничение размеров кадра до нужного соотношения сторон производится уже при съемке применением соответствующей кашеты в кадровом окне кинокамеры. Во в т о р о м случае при съемке экспонируется полный кадр, соответствующий размерам, принятым в системе обычного кинематографа, а кашетирование осуществляется при показе фильма с использованием кадрового окна соответствующего размера в кинопроекторе. В этом случае компоновка кадра во время съемки должна учитывать возможность показа фильма как с кашетированием, так и без него, для чего в визире кинокамеры делается разметка полей, соответствующих возможным соотношениям сторон изображения.

Техническое обеспечение съемки и показа фильмов по этой системе осуществляется весьма просто и без значительных затрат. Необходимо только некоторое дооснащение кинотеатров, сводящееся к изменению размеров экрана и замене проекционных объективов на более короткофокусные.

Однако уменьшение полезной площади кадра при одновременном увеличении размеров экрана приводит к неминуемому ухудшению качества изображения, и тем более заметному, чем больше выбранное соотношение сторон. Эти особенности системы привели к тому, что она находила относительно широкое применение только на первых этапах развития широкоэкранного кинематографа и обычно использовалась при соотношении сторон изображения не более 1,85:1.

В последнее время применяется только скрытое кашетирование, допускающее показ фильмов как широкоэкранных, так и обычных, что удовлетворяет требованиям телевидения и непереоборудованных кинотеатров

На рис. 1-2 показаны участки поля изображения в обычном 35-*мм* кинокадре, соответствующие соотношению сторон 1,66:1 и 1,85:1.

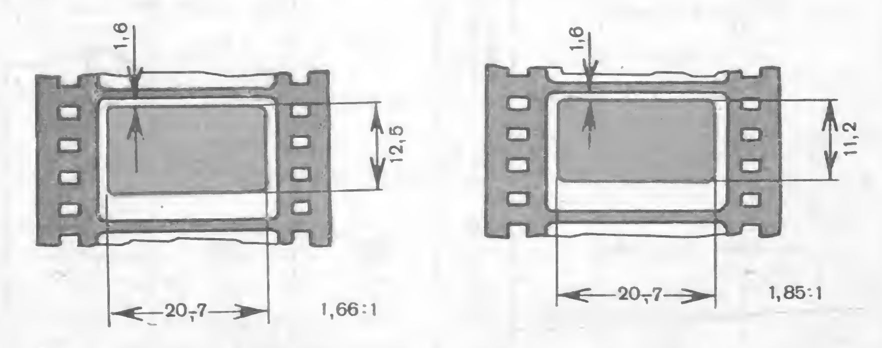


Рис. 1-2. Проецируемые участки изображения в системе кинематографа с кашетированным кадром

При применении скрытого кашетирования для правильной зарядки и показа таких фильмов в кинотеатрах, вне зависимости от выбранного соотношения сторон, верхняя граница кашетированного кадра всегда находится на постоянном расстоянии от верха полного, некашетированного, кадра. В ряде стран это расстояние нормировано, составляет 1,6 *мм* и отмечается в визирах киносъемочных аппаратов.

В табл. 1-2 приведены технические показатели системы широкоэкранного кинематографа с кашетированным кадром для нескольких наиболее часто применяемых в различных странах соотношений сторон изображения.

3. СИСТЕМЫ С АНАМОРФИРОВАННЫМ ИЗОБРАЖЕНИЕМ «ШИРОКИЙ ЭКРАН», «СИНЕМАСКОП», «ПАНАВИЖН-35»

Эти системы характеризуются применением обычной 35-*мм* кинопленки и вертикально расположенного кадра с анаморфированным, сжатым в горизонтальном направлении, изображением. Для этого используются специальные анаморфотные объективы или насадки к обычным объективам. При показе таких фильмов в кинопроекторах применяют анаморфотные объективы, восстанавливающие на экране нарушенные при съемке пропорции изображения.

В наиболее распространенных системах широкоэкранного кинематографа, какими являются «Широкий экран» (СССР), «Синемаскоп» и «Панавижн-35» (США), при съемке применяется анаморфирование с коэффициентом 0,5, а при проекции — 2,0, что позволяет удвоить го-

Таблица I-2

Основные технические показатели системы широкоэкранного кинематографа с кашетированным кадром на 35-*мм* кинопленке

Параметры системы	Негатив со скрытым кашетированием	Фильмокопии при соотношении сторон		
		1,66:1	1,85:1	2:1
Размеры, *мм*:				
кадра в негативе	22×16	—	—	—
проецируемого участка	—	20,7×12,5	20,7×11,2	20,7×10,35
Площадь, *мм*²:				
кадра негатива	352	—	—	—
проецируемого участка	—	259	232	214
Шаг кадра, *мм*	19	19	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	456	456	456	456
Расход кинопленки, *м/мин*	27,36	27,36	27,36	27,36
Вид фонограммы	—	Фотографическая одноканальная		

ризонтальные углы зрения при съемке и демонстрировании в два раза*.

Размерные показатели всех указанных систем одинаковы или так согласованы между собой, что обеспечивают возможность свободного обмена фильмами между странами, применяющими любую из широкоэкранных систем этой группы.

В советской системе «Широкий экран» выбранные размеры кадра позволяют получать на экране изображение с соотношением сторон 2,35:1 как при фильмокопиях с одноканальной фотографической фонограммой, так и с четырехканальной магнитной стереофонической.

В американской системе «Синемаскоп» предусматривалось получение копий с разным соотношением сторон при одноканальной и стереофонической фонограмме. В первом случае это соотношение было равно 2,35:1, а во втором — 2,55:1. Стереофонические копии печатали на пленке со специальной формой перфораций.

Система «Панавижн-35» отличается только применением специальных анаморфотных съемочных объективов фирмы «Панавижн».

В последние годы широкоэкранные фильмы со стереофонической фонограммой практически не выпускаются и установилось единое соотношение сторон 2,35:1.

В табл. I-3 приведены основные технические показатели советской системы «Широкий экран», а на рис. I-3 указаны размеры и расположение на кинопленке широкоэкранного кадра в негативе и одноканальной фотографической фонограммы на фильмокопии.

* См. «Анаморфотные объективы», стр. 165.

Таблица I-3

Основные технические показатели советской системы «Широкий экран»

Параметры системы	Негатив	Копия
Ширина кинопленки, *мм*	35	35
Размеры, *мм*:		
кадра в негативе	22×18,6	—
проецируемого участка	—	21,2×18,1
Площадь, *мм*²:		
кадра негатива	409	—
проецируемого участка	—	384
Соотношение сторон:		
в негативе	1,18:1	1,17:1
на экране	—	2,35:1
Коэффициент анаморфирования:		
при съемке	0,5	—
при проекции	—	2
Шаг кадра, *мм*	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	456	456
Расход кинопленки, *м/мин*	27,36	27,36
Вид фонограммы	Фотографическая одноканальная или магнитная четырехканальная	

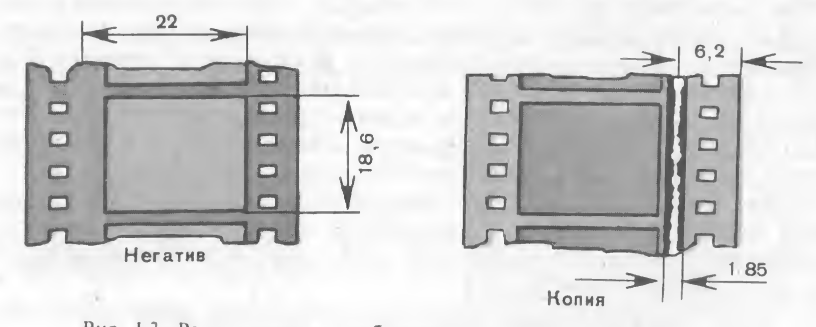


Рис. I-3. Расположение изображения и фонограммы в системе широкоэкранного кинематографа с анаморфированным изображением

4. СИСТЕМЫ «СУПЕРСКОП», «СУПЕРСКОП-235», «ТЕХНИСКОП»

В этой группе систем производство широкоэкранных фильмов решается на основе съемки изображения обычными объективами на уменьшенный по высоте, т. е. кашетированный, кадр со всеми его преимуществами и недостатками. Однако с целью увеличения яркости изображения по сравнению с системой кинематографа, применяющей кашетирование на всех стадиях процессов, демонстрирование фильмов

осуществляется с широкоэкранного анаморфированного кадра нормального размера на 35-*мм* кинопленке.

Полученное при съемке кашетированное изображение перепечатывается на специальном оптическом копировальном аппарате с соответствующим общим увеличением и сжатием по горизонтали.

Таким образом из кашетированного в негативе получается анаморфированное широкоэкранное изображение в позитиве с тем или другим соотношением сторон.

«СУПЕРСКОП» И «СУПЕРСКОП-235»

Эти две сходные между собой системы были разработаны в США фирмой «Радио Пикчурс». Они отличаются друг от друга только соотношением сторон, т. е. степенью кашетирования кадра при съемке. В системе «Суперскоп» это соотношение равно 2:1, а в «Суперскоп-235» — 2,35:1. Для увеличения площади негативного изображения использована предельно возможная на 35-*мм* кинопленке ширина кадра 24,9 *мм*.

Печать копий выполняется на 35-*мм* пленке оптическим путем с анаморфированием в два раза и одновременным увеличением в полтора раза. Полученные фильмокопии можно демонстрировать на любых 35-*мм* кинопроекторах, предназначенных для показа широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением.

В фильмокопиях по системе «Суперскоп» кадр квадратный размером 18,16×18,16 *мм*, что с учетом анаморфирования дает на экране изображение с соотношением сторон 2:1. В системе «Суперскоп-235» кадр в позитиве имеет размер 21,2×18,16 *мм*, т. е. соответствует размерам кадра во всех основных системах широкоэкранного кинематографа («Широкий экран», «Синемаскоп», «Панавижн-35») и позволяет получать на экране изображение с соотношением сторон 2,35:1.

В обеих системах «Суперскоп» применяется монофоническая запись звука с фотографической фонограммой на копии. Широкого распространения эти системы не получили из-за относительно невысокого качества изображения.

В табл. 1-4 приведены основные технические показатели этих систем.

«ТЕХНИСКОП»

Система разработана фирмой «Техниколор» (США), основана на использовании при съемке 35-*мм* кинопленки, вертикально расположенного кадра с шагом в две перфорации и неанаморфированного изображения. Кадр по своим размерам является кашетированным с соотношением сторон 2,35:1, но процесс создания фильма более экономичен, чем в других системах, так как скорость транспортирования кинопленки при съемке, а следовательно, и ее расход уменьшены в два раза. В позитиве используется анаморфирование.

Таблица I-4

Основные технические показатели широкоэкранных систем кинематографа «Суперскоп» и «Суперскоп-235»

Параметры системы	«Суперскоп»	«Суперскоп-235»
Ширина пленки, *мм*	35	35
Размеры, *мм*:		
кадра в негативе	24,9×12,45	24,9×10,6
проецируемого участка копии	18,16×18,16	21,2×18,16
Площадь, *мм*²:		
кадра в негативе	310	264
проецируемого участка копии	330	385
Коэффициент анаморфирования:		
при съемке	—	—
при печати	0,5	0,5
при показе	2	2
Соотношение сторон на экране	2:1	2,35:1
Шаг кадра, *мм*	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	456	456
Расход кинопленки, *м/мин*	27,36	27,36
Вид фонограммы	Фотографическая одноканальная	

Из-за пониженной скорости транспортирования кинопленки существенно меньше и уровень шума, создаваемый съемочными аппаратами во время работы.

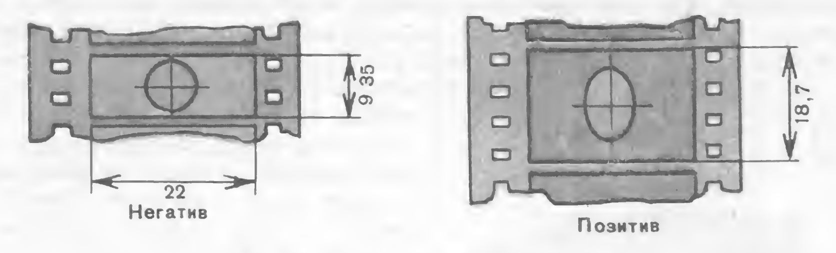


Рис. I-4. Кадр в системе «Техникоп»

Широкоэкранные фильмокопии или исходные материалы для их печати изготовляются с негативов «Техникоп» с применением оптической печати, двукратным общим увеличением и одновременным анаморфированием по горизонтали.

На рис. I-4 показаны размеры и расположение на кинопленке кадра «Техникоп» в негативе и позитиве, а в табл. I-5 приведены основные технические показатели системы.

Таблица I-5

Основные технические показатели широкоэкранной системы «Технископ»

Параметры системы	Негатив	Копия
Ширина кинопленки, *мм*	35	35
Размеры, *мм*:		
кадра в негативе	22×9,35	—
проецируемого участка	—	21,2×18,2
Площадь кадра, *мм²*	206	384
Коэффициент аноморфирования	—	0,5
Соотношение сторон изображения	2,35:1	2,35:1
Шаг кадра, *мм*	9,5	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	228	456
Расход кинопленки, *м/мин*	13,68	27,36
Вид фонограммы	Фотографическая одноканальная или магнитная четырехканальная	

5. СОВЕТСКАЯ СИСТЕМА «УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ФОРМАТ КАДРА»

Предложенная и осуществленная в СССР система широкоэкранного кинематографа «Универсальный формат кадра» рассчитана на применение для съемки обычных сферических объективов, получение в негативе неанаморфированного изображения и вертикального кадра, в размерах которого учитывается компоновка изображения для форматов всех основных кинематографических систем. Особенность системы в том, что съемочный кадр для проекции никогда одновременно полностью не используется, а является только основой для получения других общепринятых форматов кинематографического изображения.

На рис. I-5 показано поле универсального формата кадра, на котором заштрихован участок, соответствующий широкоэкранному изображению, а красным обозначено поле кадра в системе обычного кинематографа. Аналогично выполняется и разметка соответствующих полей в визире киносъемочного аппарата. Соотношение сторон широкоформатного изображения близко к широкоэкранному и отдельно не размечается.

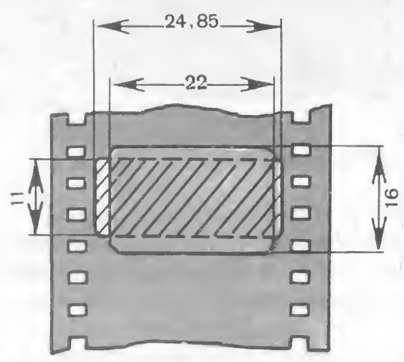


Рис. I-5. «Универсальный формат кадра»

В системе «Универсальный формат кадра» основным является широкоэкранное изображение с соотношением сторон 2,35:1, компонуемое оператором в пределах участка поля кадра размером 24,9×10,6 *мм*, как при съемке со скрытым кашетированием. В последующем этот участок изображения выпечатывается на специальном копировальном аппарате оптической печати с увеличением на размер стандартного широкоэкранного кадра и одновременно анаморфируется по горизонтали с коэффициентом 0,5. Дальнейшее тиражирование и показ фильма производятся так же, как в системе широкоэкранного кинематографа на 35-*мм* кинопленке с вертикальным кадром и анаморфированным изображением.

Изображение, соответствующее обычной системе кинематографа с соотношением сторон 1,37:1, располагается на кадре универсального формата в пределах участка поля размером 16×21,95 *мм* и выкопировывается в масштабе 1:1 способом контактной или оптической печати на обычный кадр.

Широкоформатные копии получают выкопировкой с соответствующим увеличением участка изображения размером 11×24,85 *мм* в оригинальном негативе.

Располагать изображение следует так, чтобы сюжетно важные элементы находились в пределах зоны, соответствующей широкоэкранному кадру, за исключением полосы шириной около 3 *мм* в его левой части, которая не входит в поле кадра обычной системы кине-

Таблица I-6

Основные технические показатели системы «Универсальный формат кадра»

Параметры системы	Негатив	Фильмокопии		
		обычные	широко-экранные*	широко-форматные
Ширина кинопленки, *мм*	35	35	35	70
Размеры; *мм*:				
кадра в негативе	24,85×16	—	—	—
участка негатива, соответствующего копии	—	22×16	24,85×10,6	24,85×11
проецируемого участка позитива	—	20,7×15,2	21,2×18,1	48,5×22
Площадь, *мм²*:				
кадра негатива	398	—	—	—
участка негатива, соответствующего копии	—	352	263	273
проецируемого участка позитива	—	315	384	1067
Шаг кадра, *мм*	19	19	19	23,75
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	456	456	456	570
Расход кинопленки, *м/мин*	27,36	27,36	27,36	34,2

* Копия печатается с коэффициентом анаморфирования 0,5.

матографа. Кроме того, на участках универсального формата кадра, лежащих выше и ниже горизонтальных границ широкоэкранного кадра, не должно быть изображений посторонних предметов (осветительных приборов, микрофонов и т. д.), так как они будут видны в пределах кадра обычной системы кинематографа.

Таким образом, оператор при съемке должен решать довольно сложную задачу построения кадра, удовлетворяющего по композиции одновременно требованиям широкоэкранного и обычного изображения.

В системе «Универсальный формат кадра» при печати различных вариантов происходит не выкопировка части изображения из основного, как это имеет место в других случаях, а как бы добавление к нему некоторой площади нейтрального изображения для получения нужного соотношения сторон (см. раздел XI «Трансформация изображения кинематографических систем»). Основные технические показатели приведены в табл. I-6.

6. СИСТЕМЫ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ КАДРОМ «ВИСТА-ВИЖН», «ТЕХНИРАМА», «СУПЕР-ТЕХНИРАМА-70»

Отличительной особенностью этой группы систем является применение в негативе горизонтально расположенного кадра увеличенного размера на 35-*мм* кинопленке. Идея горизонтального кадра была практически реализована в таких широкоэкранных системах кинематографа, как «Виста-Вижн», «Технирама» и «Супер-Технирама-70».

«ВИСТА-ВИЖН»

Система разработана фирмой «Парамаунт» (США) и основана на применении горизонтально расположенного кадра с шагом 38 *мм*, или восемь перфораций, и специальных киносъемочных аппаратов. Частота съемки и проекции 24 *кадр/с*. Большая площадь кадра и съемка обычными объективами позволяют получить хорошее качество изображения и избежать трудностей, связанных с применением анаморфотной оптики. Однако получаемое в негативе по этой системе изображение имеет соотношение сторон 1,48:1, которое далеко от оптимального для широкоэкранной системы и, кроме того, не может быть использовано в копиях, получаемых при контактной печати, из-за необходимости освобождения места на пленке для размещения фонограммы. В результате контактная копия имеет соотношение сторон 1,96:1, горизонтальный ход и для ее показа нужны специальные кинопроекционные аппараты с горизонтальным ходом пленки и шагом кадра восемь перфораций, т. е. специально оборудованные кинотеатры.

Возможность проката фильмов, снятых по системе «Виста-Вижн», в сети обычных кинотеатров обеспечивается изготовлением фильмокопий на 35-*мм* пленке с вертикальным кадром. Такие копии печатают на специальных копировальных аппаратах оптической печати, которые уменьшают первоначальные размеры изображения и одновременно поворачивают его на 90°.

Предельно допустимая ширина вертикального кадра в позитиве с учетом размещения фотографической фонограммы составляет всего 21,9 *мм*, поэтому первоначальные размеры негативного изображения должны быть уменьшены в 1,72 раза (37,72:21,9). Этому будет соответствовать (при сохранении соотношения сторон в негативе) высота кадра 14,65 *мм*.

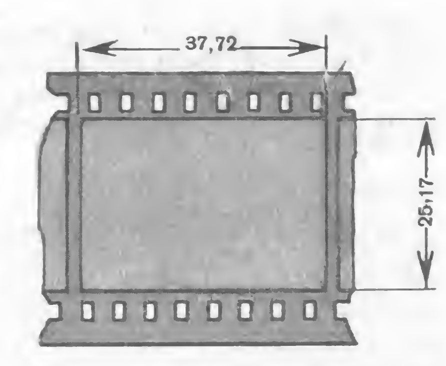


Рис. I-6. Кадр в системе «Виста-Вижн»

Таким образом, и в копии с вертикальным кадром основным будет изображение с соотношением сторон 1,48:1 и дальнейшее его изменение в сторону увеличения может быть достигнуто только дополнительным кашетированием при проекции. Однако любое кашетирование допустимо, если оно было предварительно предусмотрено оператором при съемке. Для этой цели визирные устройства съемочных камер снабжают специальной разметкой полей изображения, соответствующих соотношениям сторон кадра 1,85:1 и 1,66:1.

Таблица I-7

Основные технические показатели широкоэкранной системы «Виста-Вижн» на 35-*мм* кинопленке

Параметры системы	Негатив	Фильмокопии при соотношении сторон:			
		контактные 1,96:1	оптической печати		
			1,48:1	1,66:1	1,85:1
Размеры кадра в негативе или проецируемого участка в копии, *мм*	37,72×25,17	36×18,34	21,9×14,65	21,9×13,13	21,9×11,8
Площадь кадра негатива или проецируемого участка в копии, *мм*²	949	660	321	288	258
Шаг кадра, *мм*	38	38	19	19	19
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	912	912	456	456	456
Расход кинопленки, *м/мин*	54,72	54,72	27,36	27,36	27,36

В системе применяется монофоническое звуковое сопровождение с одноканальной фотографической фонограммой.

На рис. I-6 приведены размеры и расположение кадра в негативе по системе «Виста-Вижн», а в табл. I-7 ее основные технические показатели.

«ТЕХНИРАМА»

Система разработана итальянским отделением фирмы «Техниколор» (США) с использованием киносъемочной аппаратуры, выпущенной ранее для съемок по методу «Виста-Вижн». Следовательно, «Технирама» имеет в своей основе тот же горизонтально расположенный кадр размером 37,72×25,17 *мм* на 35-*мм* кинопленке, из которого используется участок 33,32×21,26 *мм*. Учитывая неоптимальное соотношение сторон такого кадра 1,48:1, в системе «Технирама» применено незначительное анаморфирование изображения при съемке с коэффициентом 0,67, что соответствует сжатию изображения по горизонтали в полтора раза. Такая степень анаморфирования позволяет получить на экране широкоэкранное изображение с общепринятым соотношением сторон 2,35:1, используя в кинопроекторах объективы с коэффициентом анаморфирования 1,5.

Таблица I-8

Основные технические показатели широкоэкранной системы «Технирама»

Параметры системы	Негатив	Фильмокопии при соотношении сторон		
		контактные		оптические 2,35:1*
		2,35:1	2,55:1	
Ширина кинопленки, *мм*	35	35	35	35
Размер кадра или проецируемого участка, *мм*	37,72×25,17	36,11×23,1	36,11×21,2	21,2×18,1
Площадь кадра или проецируемого участка, *мм*²	949	834	765	384
Коэффициент анаморфирования:				
при съемке	0,67	—	—	—
при печати	—	—	—	0,75
при показе	—	1,5	1,5	2,0
Шаг кадра, *мм*	38	38	38	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	912	912	912	456
Расход кинопленки, *м/мин*	54,72	54,72	54,72	27,36

* Печатается с анаморфированием, дополнительным к примененному при съемке для получения копий, отвечающих нормативам систем «Широкий экран» и «Синемаскоп».

При этом качество изображения будет лучше, чем в системе широкоэкранного кинематографа на 35-*мм* кинопленке, за счет большей площади, занимаемой изображением в негативе и позитиве при меньшем коэффициенте анаморфирования.

В табл. I-8 приведены основные технические показатели широкоэкранной системы «Технирама».

Система предусматривает возможность изготовления фильмокопий с соотношением сторон 2,35:1 и 2,55:1 с горизонтальным кадром способом контактной печати и оптическим путем — копий с вертикальным кадром на 35-*мм* кинопленке, отвечающих стандартам систем «Широкий экран» и «Синемаскоп». В последнем случае при оптической печати, кроме общего уменьшения размера изображения, оно поворачивается на 90° и дополнительно анаморфируется в горизонтальном направлении с коэффициентом 0,75. Такое анаморфирование вместе с примененным при съемке эквивалентно двукратному сжатию изображения, принятому в основных системах широкоэкранного кинематографа.

Контактные копии по системе «Технирама» имеют одноканальную фотографическую фонограмму.

«СУПЕР-ТЕХНИРАМА-70»

Эта система является развитием системы «Технирама» и отличается от нее только дополнительной возможностью печати фильмокопий на 70-*мм* кинопленке для показа в сети широкоформатных кинотеатров. Весь съемочный процесс остается таким же, как в системе «Технирама», т. е. выполняется на 35-*мм* кинопленке с горизонтально расположенным кадром, имеющим шаг восемь перфораций, и используется съемочная оптика с коэффициентом анаморфирования 0,67.

Широкоформатные копии на 70-*мм* кинопленке печатаются оптическим путем с дезанаморфированием изображения и могут снабжаться стереофонической шестиканальной фонограммой. Таким образом, они полностью отвечают всем размерным нормам на фильмокопии широкоформатного кинематографа. Кроме того, могут изготовляться все виды фильмокопий, указанных для системы «Технирама».

СИСТЕМЫ ШИРОКОФОРМАТНОГО КИНЕМАТОГРАФА

В этих системах для съемки и показа фильмов используются кинопленки шире 35 *мм*, за что они и получили название *широкоформатных*.

Такие пленки, впервые появившиеся на заре развития кинематографа, в конце XIX века, не нашли тогда практического применения и на многие годы были забыты. В тридцатых годах XX столетия в связи с неблагоприятным изменением размеров кадра, связанным с необходимостью размещения фонограммы, вновь появляется интерес к использованию в кинематографе широких пленок. Однако только в пятидеся-

тых годах были созданы системы широкоформатного кинематографа, которые нашли практическое применение.

В современном виде широкоформатный кинематограф характеризуется исключительным применением пленок шириной 65 и 70 *мм*, кадра с соотношением сторон 2,2:1 и стереофонического звукового сопровождения.

1. ОСНОВНЫЕ ДАТЫ РАЗВИТИЯ

1889 г. Диксон, ученик Эдисона (США), применил *перфорированную целлулоидную пленку* шириной 2 дюйма (50,8 *мм*).

1892 г. Эмиль Рейно (Франция) использует для своих первых мультипликаций полотняную ленту со вставленными в нее рисунками-кадрами размером 50×40 *мм* на *желатиновых пленках* шириной 65 *мм*.

1894 г. К. Прушинский из Варшавы в своем «*Плеографе*» применил пленку с размером кадра 45×38 *мм*.

1895 г. У. Латам (США) демонстрирует фрагменты, снятые на пленке шириной 2 дюйма (50,8 *мм*) с кадром 38,1×19 *мм* при шаге 19 *мм*.

1895—1896 гг. Леон Гомон (Франция) вместе с Леопольдом Деко по патентам Жоржа Демени создают съемочную камеру и кинопроектор для пленки 60 *мм* с кадром 45×35 *мм* при шаге 35 *мм*.

1896 г. Иван Акимов (Россия) сконструировал проектор «*Стробограф*», применив пленку шириной 40 *мм*.

1897 г. Е. Ректор (США) использует пленку шириной 2 дюйма (50,8 *мм*) в своих аппаратах «*Верископ*» и демонстрирует фильмы.

1899 г. Компания «Мутоскоп и байограф» (США) проводит съемку на пленке шириной 2 ¾ дюйма (70 *мм*) с шагом кадра 2 ¼ дюйма (57 *мм*). В этот же период в Англии, Германии и Италии находят применение пленки шириной от 45 до 60 *мм*.

1911 г. Филотео Альберини (Италия) предлагает снимать крупные планы на пленке шириной 70 *мм* с размером кадра 58×23 *мм* и шагом 23,75 *мм*.

1928 г. Фирма «Фокс» (США) вводит в производство кинопленку «*Грандерфильм*» с кадром 46,8×23,2 *мм*, т. е. с соотношением сторон изображения около 2:1.

1929 г. Кинокомпания «Парамаунт» (США) применяет кинопленку шириной 56 *мм* и кадр размером 41×18,7 *мм* с соотношением сторон 2,2:1.

1929 г. Фирма «Радио Корпорейшн» (США) предлагает использовать кинопленку шириной 63,5 *мм* с кадром 52,5×28,4 *мм* при шаге 28,5 *мм*.

1929 г. Фирма «Уорнер Бразерс» (США) применяет кинопленку «*Витаскоп*» шириной 65 *мм* с кадром 50,8×28 *мм*, т. е. с соотношением сторон изображения 1,8:1.

1929 г. Кинокомпания «Метро-Голдвин-Майер» (США) предлагает кинопленку «*Реалайф*» шириной 65 *мм*.

1929—1930 гг. Фирма «Парамаунт» (США) пытается ввести в производство фильмов кинопленку шириной 65 *мм* под названием «*Магнафильм*» с кадром 46×23 *мм* при шаге 23,75 *мм*.

1930 г. Фирма «Белл-Хауэлл» (США) предлагает комплект широких кинопленок для кинематографа из трех типов:

«*Экстрем*» — шириной 61,31 *мм* с кадром 46,31×27,79 *мм* при шаге 28,5 *мм* и с соотношением сторон изображения 1,3:1;

«*Спектракуляр*» — шириной 52 *мм* с кадром 38×21,8 *мм* при шаге 23,75 *мм* и с соотношением сторон изображения 1,74:1;

«*Экономик*» — шириной 46 *мм* с кадром 30,76×18,29 *мм* при шаге 19 *мм* и с соотношением сторон изображения 1,68:1.

1955 г. На киностудии «Метро-Голдвин-Майер» заканчивается постановка первого художественного фильма «Оклахома», снятого на 65-*мм* кинопленке по широкоформатной системе «*Тодд А. О.*», созданной предпринимателем М. Тоддом совместно с Американской оптической компанией. Фильм «*Оклахома*» (режиссер Фред Зиннеманн) был впервые показан в театре «Риволи» в Нью-Йорке 13 октября 1955 г.

1956 г. Кинокомпания «XX век — Фокс», автор системы «Синемаскоп», показывает 16 февраля в кинотеатре «Рокси» в Нью-Йорке фильм «*Карусель*», снятый по широкоформатной системе «*Синемаскоп-55*», основанной на применении кинопленки шириной 55,62 *мм* (на премьере фильм показывался с 35-*мм* копии). В 1959 г. фирма отказалась от 55-*мм* копий в этой системе, сохранив этот формат только для негатива, а копии печатает на 70-*мм* кинопленке.

1957 г. Фирма «Метро-Голдвин-Майер» заканчивает постановку по разработанной ею системе широкоформатного кинематографа «*МГМ-Камера-65*» фильма «*Рентри Каунтри*» и показывает его (с 35-*мм* копии, напечатанной по системе «Синемаскоп») в Броун-театре в Луизвиле, штат Кентукки, 2 октября 1957 г.

1957—1959 гг. В СССР под руководством Е. Голдовского разрабатывается система широкоформатного кинематографа на основе использования 70-*мм* кинопленки как в съемочном процессе, так и для печати копий. На киностудии «Мосфильм» осуществляется постановка экспериментального фильма.

1958 г. Фирма «Панавижн» (США) разрабатывает широкоформатную систему «*Супер-Панавижн*» с параметрами, аналогичными системе «Тодд А. О.», но с применением объективов собственной конструкции, и снимает по этой системе ряд фильмов: «*Исход*», «*Большой рыбак*», «*Спящая красавица*» и др.

1960 г. Киностудия «Мосфильм» заканчивает постановку широкоформатного художественного фильма «*Повесть пламенных лет*» (режиссер Ю. Солнцева, операторы Ф. Проворов и А. Тимерин). Картина была показана в Москве в кинотеатре «Мир» в ноябре 1960 г.

1962 г. Киностудия «Метро-Голдвин-Майер» совместно с фирмой «Панавижн» (США) разрабатывает широкоформатную систему «*Ультра-Панавижн-70*», по которой снимаются фильмы «*Простаки за границей*», «*Бунт на Баунтри*», «*Как был завоеван Запад*» и др.

1970 г. Фирма «Мультискрин» (Канада) разрабатывает широкоформатную систему кинематографа «*Аймекс*» с горизонтальным кадром на 70-*мм* кинопленке с шагом кадра пятнадцать перфораций и показывает на Всемирной выставке «ЭКСПО-70» в Осаке (Япония) снятый по этой системе фильм «*Потомок тигра*» (режиссер Д. Бриттен). В 1971 г. в Торонто (Канада) открывается кинотеатр «Синеосфера» для показа фильмов по системе «Аймекс». В нем демонстрировались фильмы: «*Потомок тигра*» и «*Крайний Север*».

2. СОВЕТСКАЯ СИСТЕМА ШИРОКОФОРМАТНОГО КИНЕМАТОГРАФА

Эта система разработана Всесоюзным научно-исследовательским кинофотоинститутом (НИКФИ) под руководством Е. Голдовского совместно с конструкторскими бюро киноаппаратуры, киностудией «Мосфильм» и заводами киномеханической промышленности. Размерные показатели системы согласованы с международными рекомендациями и обеспечивают беспрепятственный обмен между странами фильмокопиями и исходными материалами для их печати.

Особенностью советской широкоформатной системы является применение для съемки фильмов и печати копий 70-*мм* кинопленки в отличие от иностранных систем, использующих, как правило, в съемочном процессе пленку шириной 65 *мм*. Кроме того, стереофоническое шестиканальное звуковое сопровождение при показе фильмов в крупных специально оборудованных кинотеатрах может быть заменено на девятиканальное с фонограммами на отдельной 35-*мм* магнитной ленте, причем пять каналов работают на заэкранные громкоговорители, а остальные — являются каналами звуковых эффектов.

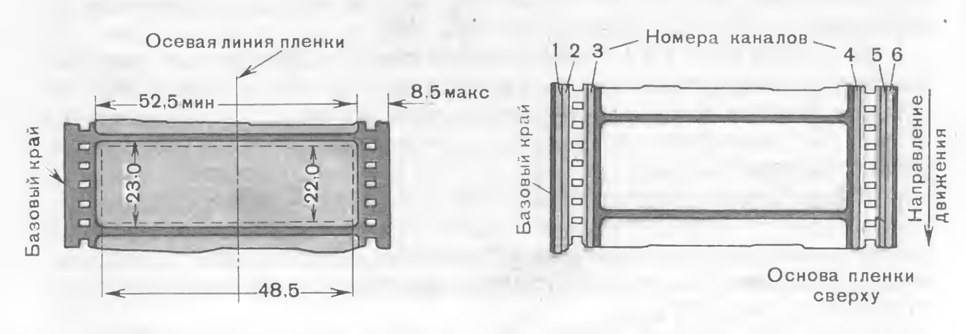


Рис. I-7. Кадр в советской системе широкоформатного кинематографа

Рис. I-8. Расположение магнитных дорожек на широкоформатной фильмокопии

Набор съемочных объективов с фокусными расстояниями от 15 до 300 *мм* и наличие широкоформатных трансфокаторов позволяют производить любые съемки в павильоне и на натуре, добиваясь разнообразия композиционных решений и обеспечивая «эффект участия».

Принятое в системе соотношение сторон проецируемого изображения 2,2:1 при большой площади кадра в негативе позволяет получить хорошее качество изображения даже на экранах самого большого размера. Способом оптической печати с исходных широкоформатных материалов легко изготовляют фильмокопии для показа в широкоэкранном и обычном вариантах (см. раздел XI «Трансформация изображения кинематографических систем»). При этом широкоэкранные и обычные копии отличаются высоким качеством фотографического изображения за счет уменьшения при печати с негатива большего размера и без применения в съемочном процессе анаморфотной оптики.

На рис. I-7 приведены размеры и расположение на кинопленке съемочного кадра и пунктиром указан проецируемый участок изображения, а на рис. I-8 дана схема расположения магнитных дорожек на копии. В табл. I-9 приведены основные технические показатели системы.

Таблица I-9

Основные технические показатели советской системы широкоформатного кинематографа

Параметры системы	Негатив	Фильмокопии с соотношением сторон		
		контактные	оптической печати	
		2,2:1 широкоформатные	2,35:1* широкоэкранные	1,37:1 обычные
Ширина кинопленки, *мм*	70	70	35	35
Размер, *мм*:				
кадра в негативе	52,5×23	—	—	—
проецируемого участка	—	48,5×22	21,2×18,1	20,7×15,2
Площадь, *мм*²:				
кадра негатива	1208	—	—	—
проецируемого участка	—	1067	384	315
Шаг кадра, *мм*	23,75	23,75	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	570	570	456	456
Расход кинопленки, *м/мин*	34,2	34,2	27,36	27,36
Вид фонограммы	—	Магнитная шестиканальная	Магнитная четырехканальная, фотографическая одноканальная	Фотографическая одноканальная

* Копия печатается с коэффициентом анаморфирования 0,5.

3. СИСТЕМЫ «ТОДД А. О.», «СУПЕР-ПАНАВИЖН-70»

Первой практически реализованной системой широкоформатного кинематографа была система «Тодд А. О.». В ее основе лежит применение для съемки 65-*мм* кинопленки и вертикального кадра с шагом пять перфораций. Основной вид фильмокопий печатается контактным способом на кинопленке шириной 70 *мм* и снабжается шестью магнитными дорожками для стереофонического звукового сопровождения. Пять из этих дорожек используются для заэкранных громкоговорителей, а шестая — для канала звуковых эффектов, громкоговорители которого расположены непосредственно в зрительном зале.

Системой «Тодд А. О.» предусматривается возможность печати не только широкоформатных фильмокопий, но также широкоэкранных с анаморфированным изображением и обычных фильмокопий на 35-*мм* кинопленке.

Система «Супер-Панавижн-70», разработанная фирмой «Панавижн» (США), по существу, повторяет разработанную до нее систему «Тодд А. О.», используя для съемки 65-*мм* кинопленку и 70-*мм* — для печати копий. Имеет те же самые размеры и расположение кадра в негативе и проецируемого участка в позитиве. Отличается от системы «Тодд А. О.» применением для съемок большого набора специально разработанных объективов с фокусными расстояниями от 17 до 1000 *мм*, позволяющих получать фотографическое изображение высокого качества, и использованием павильонных и ручных широкоформатных съемочных аппаратов, разработанных фирмой «Панавижн».

Таблица I-10

Основные технические показатели широкоформатных систем «Тодд А. О.» «Супер-Панавижн-70»

Параметры системы	Негатив	Фильмокопии	
		широкоформатные	широкоэкранные*
Ширина кинопленки, *мм*	65	70	35
Размер кадра или проецируемого участка копии, *мм*	52,58×23,01	48,6×22	21,3×18,6
Площадь кадра или проецируемого участка копии, *мм*²	1210	1069	397
Соотношение сторон изображения	2,28:1	2,2:1	2,35:1
Шаг кадра, *мм*	23,75	23,75	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	570	570	456
Расход кинопленки, *м/мин*	34,2	34,2	27,36
Вид фонограммы		Магнитная стереофоническая	Фотографическая или магнитная

* Копия печатается с коэффициентом анаморфирования 0,5.

Основные технические показатели этих систем приведены в табл. I-10.

4. СИСТЕМА «МГМ-КАМЕРА-65»

Система разработана фирмой «Метро-Голдвин-Майер» (США). В ней применяются те же пленки, частота съемки, размеры съемочного кадра и проецируемого участка изображения, что и в других широкоформатных системах кинематографа. Система «МГМ-Камера-65» отличается от них только использованием при съемке анаморфирования изображения с коэффициентом 0,75. Соответственно при показе фильмов применяют проекционные объективы или насадки с коэффициентом анаморфирования 1,33. Однако такое анаморфирование изображения при сохранении размеров проецируемого участка изображения, как в системах без анаморфирования, приводит к получению на экране не очень выгодного композиционного соотношения сторон 2,93:1.

Таблица I-11

Основные технические показатели широкоформатной системы «МГМ-Камера-65»

Параметры системы	Негатив	Копия*
Ширина кинопленки, *мм*	65	65 или 70
Размер, *мм*:		
кадра в негативе	52,63×23,05	—
проецируемого участка на копии:		
шириной 65 *мм*	—	52,12×22,5
шириной 70 *мм*	—	48,6×22
Площадь, *мм*²:		
кадра негатива	1210	—
проецируемого участка на копии:		
шириной 65 *мм*	—	1173
шириной 70 *мм*	—	1069
Коэффициент анаморфирования:		
при съемке	0,75	—
при проекции	—	1,33
Соотношение сторон изображения на экране	—	3:1
Шаг кадра, *мм*	23,75	23,75
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	570	570
Расход кинопленки, *м/мин*	34,2	34,2

* При позитиве на 65-*мм* кинопленке фонограмма на отдельной магнитной ленте стереофоническая шестиканальная; на 70-*мм* копии фонограмма такая же, совмещенная.

Предусмотрена также возможность изготовления широкоформатных копий на 65- и 70-*мм* кинопленках. В первом случае стереофоническая фонограмма записывается и воспроизводится с отдельной магнитной ленты шириной 35 *мм*, во втором — шесть магнитных дорожек размещены непосредственно на фильмокопии, как и в других системах. Имеется возможность печатать широкоэкранные и обычные копии на пленке шириной 35 *мм*.

Основные технические показатели системы приведены в табл. I-11. Большого распространения система не получила.

5. СИСТЕМА «СИНЕМАСКОП-55»

Эта система разработана кинокомпанией «XX век — Фокс». По своим техническим принципам она повторяет ранее созданную этой же фирмой систему широкоэкранного кинематографа «Синемаскоп», основанную на анаморфировании изображения при съемке с коэффициентом 0,5. Новая система отличается от прежней использованием для съемки и печати копий кинопленки шириной 55,625 *мм*, что дало возможность применить в негативе кадр размером 46,32×36,32 *мм* с площадью 1680 $мм^2$, превышающей почти в четыре раза кадр в широкоэкранной системе на 35-*мм* кинопленке. Однако это потребовало увеличения шага кадра до 38 *мм*, или восьми перфораций, и, следовательно, скорости движения пленки 912 *мм/с*, а кадр, занимая всю свободную поверхность пленки, не оставлял в контактной копии места для расположения стереофонических фонограмм. Это заставило печатать копии с уменьшением размеров изображения и сократить шаг в копии до шести перфораций.

Необходимость применения для показа фильмов по системе «Синемаскоп-55» специальных кинопроекторов и сложность процесса производства фильмов и печати копий привели к тому, что система находила ограниченное применение и существовала недолго.

6. СИСТЕМА «УЛЬТРА-ПАНАВИЖН-70»

Система разработана киностудией «Метро-Голдвин-Майер» совместно с фирмой «Панавижн» (США) и основана на использовании для съемки 65-*мм* кинопленки при размерах и расположении кадра, принятых в системе «Тодд А. О.». Однако ее принципиальное отличие в применении анаморфирования изображения при съемке с коэффициентом 0,8, для чего фирма разработала специальный набор объективов с фокусными расстояниями от 35 до 300 *мм* и объектив с переменным фокусным расстоянием.

При демонстрировании фильмов для восстановления правильных пропорций изображения на экране применяются проекционные объективы с коэффициентом анаморфирования 1,25. Сочетание размеров кадра и степени анаморфирования обусловливает получение на экране изображения с соотношением сторон 2,75:1.

Предусмотрена также возможность печати копий на 35-*мм* кинопленке по широкоэкранной системе. В этом случае при печати кроме общего уменьшения производится дополнительное анаморфирование изображения с коэффициентом 0,625.

Основные технические показатели приведены в табл. I-12.

Таблица I-12

Основные технические показатели широкоформатной системы «Ультра-Панавижн-70»

Параметры системы	Размеры
Ширина кинопленки, *мм*:	
в негативе	65
в копии	70
Размер, *мм*:	
кадра в негативе	52,58×23,01
проецируемого участка копии	48,6×22
Площадь, $мм^2$:	
кадра негатива	1210
проецируемого участка копии	1069
Коэффициент анаморфирования:	
при съемке	0,8
при показе	1,25
Соотношение сторон изображения:	
в негативе	2,28:1
на экране	2,75:1
Шаг кадра, *мм*	23,75
Номинальная частота, *кадр/с*	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	570
Расход кинопленки, *м/мин*	34,2

7. СИСТЕМА «АЙМЕКС»

Эта система разработана фирмой «Мультискрин» (Канада) и впервые показана на Всемирной выставке «ЭКСПО-70» в Осаке (Япония). В основу системы положено применение для съемки и печати копии 70-*мм* кинопленки и горизонтально расположенного кадра размером 70,4×52,6 *мм* с шагом пятнадцать перфораций. Такой кадр (рис. I-9) имеет площадь 3703 $мм^2$ и является самым большим из всех применявшихся в известных кинематографических системах.

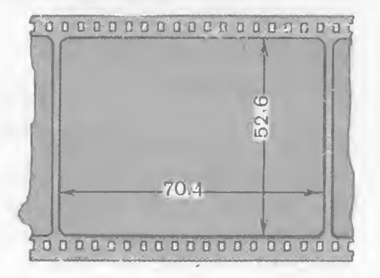


Рис. I-9. Кадр в широкоформатной системе «Аймекс»

Он превышает даже суммарную площадь кадра на трех отдельных кинопленках, применявшихся в системах «Кинопанорама» и «Синерама», где она была равна 2156 *мм*^{2}.

Соотношение сторон изображения в системе «Аймекс» близко к классическому и составляет 1,34:1. Съемка и проекция фильмов по этой системе производятся с частотой 24 *кадр/с* и требуют применения специальных киносъемочных камер и кинопроекторов, рассчитанных на указанный размер кадра и горизонтальный ход пленки.

Основные технические показатели системы приведены в табл. I-13.

Таблица I-13

Основные технические показатели широкоформатной системы «Аймекс»

Параметры системы	Негатив и контактная копия
Ширина кинопленки, *мм*	70
Размер кадра, *мм*	70,4×52,6
Площадь кадра, *мм*^{2}	3703
Соотношение сторон изображения	1,34:1
Шаг кадра, *мм*	71,25
Номинальная частота, *кадр/с*	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	1710
Расход кинопленки, *м/мин*	102,6
Вид фонограммы	Магнитная стереофоническая шестиканальная

В созданной фирмой съемочной камере применены объективы с фокусными расстояниями 35, 40, 50, 60, 80, 105, 135, 400 и 600 *мм*.

Хотя с негатива системы «Аймекс» и могут быть получены копии других общепринятых форматов, система распространения не получила, очевидно, из-за чрезвычайной сложности и высокой стоимости постановки фильмов.

СИСТЕМЫ УЗКОПЛЕНОЧНОГО КИНЕМАТОГРАФА

Экономические и эксплуатационные преимущества применения узкой пленки были очевидны уже в начальном периоде развития кинематографа. Это побуждало различные фирмы делать попытки использовать кинопленки уже 35 *мм*, которые и получили общее название «*узкие*». Однако невысокое качество светочувствительных эмульсий и малая мощность источников света, применявшихся в кинопроекторах,

что особенно сказывалось при малом размере кадра, ограничивали использование таких пленок областью любительского применения.

Вместе с тем практически непрерывно в течение многих лет в разных странах велись работы по созданию и совершенствованию киносъемочной и кинопроекционной аппаратуры для узких пленок различной ширины.

1. ОСНОВНЫЕ ДАТЫ РАЗВИТИЯ

1895 г. В марте Бирт Акрес (Англия) регистрирует патент на съемку и проекцию фильмов на пленке шириной 17,5 *мм* с односторонним перфорированием и двумя перфорациями на кадр. Снимает своей камерой «*Кинетик*» гребные гонки.

1897—1898 гг. Фирмы «Бренч и Сан» и «Хюджем» (Англия) выпускают любительские киносъемочные (они же проекционные) камеры для пленки шириной 17,5 *мм* с перфорацией в виде узкой щели или прямоугольника между кадрами.

1900 г. Фирма «Рело, Кудо и К°» (Франция) выпускает съемочный любительский аппарат «*Мирограф*» для пленки шириной 21 *мм*, имеющей вместо перфораций прорези с двух сторон.

1901 г. Фирма «Гомон» (Франция) конструирует камеру «*Покет Хроно*» для пленки шириной 15 *мм* с перфорациями, расположенными между кадрами по центру пленки.

1903—1904 гг. Фирма «Эрнеман» (Германия) выпускает съемочный аппарат «*Кино*» для пленки 17,5 *мм*.

1912 г. Фирма «Пате» (Франция) создает аппарат «*Пате-Кок*» для пленки шириной 28 *мм*. Эта пленка впервые выпускается на негорючей основе.

1917 г. В Рочестере (США) создана камера «*Моветт*» для пленки 17,5 *мм* на негорючей основе с двумя перфорациями на кадр.

1918 г. Американское общество киноинженеров принимает стандарты на «профессиональную» кинопленку шириной 35 *мм* и «безопасную» — шириной 28 *мм*.

1920 г. Фирма «Лингоф» (Германия) выпускает аппарат «*Коко*» для кинопленки шириной 17,5 *мм*, являющейся половиной нормальной 35-*мм* пленки.

1923 г. Фирма «Пате» (Франция) создает съемочный аппарат для кинопленки «*Пате-Бэби*» шириной 9,5 *мм* для размера кадра 8,5×6,5 *мм*.

В это же время фирма «Истмен-Кодак» (США) предлагает кинопленку шириной 16 *мм* для размера кадра 10,36×7,5 *мм*. Перфорации размещены с двух сторон пленки, по одной на кадр с каждой стороны.

Фирмами «Пате» и «Истмен-Кодак» предпринимается безуспешная попытка договориться относительно выбора единого формата узкой пленки. Во Франции и ряде романских стран продолжается преимущественное использование пленки шириной 9,5 *мм*, в то время как в Америке, Англии. Германии и в целом ряде других стран создается

16-*мм* киноаппаратура, и этот формат пленки распространяется все шире.

1926 г. Фирма «Пате» (Франция) предлагает пленку шириной 17,5 *мм*, уже применявшуюся ранее немецкой фирмой «Эрнеман», а в 1933 г. — 17,5 *мм* кинопленку с односторонним перфорированием и возможностью расположения звуковой дорожки фотографической фонограммы.

1932 г. В США изготовляется 16-*мм* кинопленка для звуковых фильмов. Она имеет одностороннее перфорирование с шагом одна перфорация на кадр. В дальнейшем такая пленка нашла широкое применение в телевидении и ряде отраслей кинематографии.

1932 г. Фирма «Истмен-Кодак» (США) выпускает самую узкую кинопленку — шириной 8 *мм* с односторонним перфорированием, рассчитанную на размер кадра 4,8×3,6 *мм*.

1964 г. Фирма «Кодак» (США) начинает выпускать новый вид 8-*мм* кинопленки — «*Супер-8*», отличающейся формой и шагом перфорации, что позволило несколько увеличить размер кадра и тем самым улучшить качество изображения. Пленка «Супер-8» предназначена для кинолюбителей.

2. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УЗКОПЛЕНОЧНОГО КИНЕМАТОГРАФА

Из упоминавшихся узкопленочных форматов в настоящее время широкое распространение находят только пленки шириной 16 и 8 *мм*. Последние часто применяются в виде сдвоенной кинопленки, имеющей общую ширину 16 *мм* (2×8 *мм*), но с перфорацией, соответствующей 8-*мм* кинопленкам. Пленки шириной 9,5 и 17,5 *мм* изредка используются во Франции и некоторых других странах.

Кинопленки шириной 16 *мм* стали основными при производстве телевизионных, научно-популярных, учебных и рекламных фильмов. Кроме того, они широко применяются для различных исследовательских целей и любительских киносъемок. Этот формат находит применение также при печати части тиража художественных и других фильмов для показа в сети клубов, небольших стационарных и передвижных киноустановок. Копии учебных фильмов на 16-*мм* пленке используются в средних и высших учебных заведениях как иллюстративный материал в учебном процессе.

Кинопленки шириной 8 *мм* и 2×8 *мм* применяются главным образом кинолюбителями. В этих форматах выпускаются в основном обращаемые сорта пленок, что дает возможность простейшим путем получать кинопозитив для показа в домашних условиях.

Для улучшения качества изображения в 8-*мм* системе кинематографа в 1964 г. фирмой «Кодак» (США) был предложен новый формат — «Супер-8», отличающийся несколько увеличенным размером кадра, что достигнуто изменением формы и размера перфораций, а также увеличением шага кадра. Эта система быстро распространилась во многих странах.

На рис. I-10 указаны размеры кадра и проецируемого участка на 16-*мм* кинопленке, а на рис. I-11 и I-12 — для форматов 8 *мм* и «Супер-8». В табл. I-14 приведены их основные технические показатели.

При изготовлении фильмокопий на 16-*мм* кинопленках применяются как фотографические, так и магнитные фонограммы. Для копий на 8-*мм* пленках основным видом фонограмм являются магнитные.



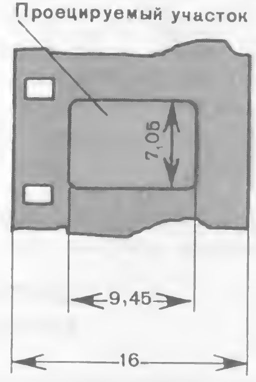


Рис. I-10. Кадр в узкопленочной 16-*мм* системе кинематографа



Рис. I-11. Кадр в системе 8-*мм* кинематографа



Рис. I-12. Кадр в системе «Супер-8»

Таблица I-14

Основные технические показатели узкопленочных систем

Параметры системы	Формат		
	16 *мм*	8 *мм*	«Супер-8»
Размеры, *мм*:			
кадра в негативе или обращенном позитиве	10,05×7,45	4,9×3,55	5,69×4,22
проецируемого участка	9,45×7,05	4,4×3,25	5,36×4,01
Площадь кадра, *мм*²	74,9	17,4	23,95
Соотношение сторон на экране	1,34:1	1,35:1	1,34:1
Шаг кадра, *мм*	7,62	3,81	4,234
Номинальная частота, *кадр/с*	24	16	18
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	182,88	61	76
Расход кинопленки, *м/мин*	10,97	3,66	4,56
Вид фонограммы	Магнитная или фотографическая	Магнитная	Магнитная

СИСТЕМЫ ПАНОРАМНОГО КИНЕМАТОГРАФА

Все виды систем панорамного кинематографа направлены на решение задачи создания кинематографического изображения на сильно изогнутом экране очень большого размера и с соотношением сторон, значительно превышающим классическое 1,37:1. Такие размеры и конфигурация экранного изображения должны позволить зрителям рассматривать его под большими углами, не видеть четко границ экрана и тем самым приблизиться к условиям нормального зрительного восприятия человеком окружающего мира.

Таким образом, основная задача, поставленная перед панорамными видами кинематографа, сходна с целями широкоэкранных и широкоформатных систем, но отличается от них полнотой решения и используемыми для этого техническими средствами.

Увеличение размеров экранного изображения при сохранении его высокого качества невозможно без соответствующего увеличения площади исходного негатива. Поэтому в большинстве широкоэкранных систем недостаточная площадь негатива ограничивает допустимые размеры экранного изображения и в результате приводит только к частичному решению задачи. Несколько лучше она решается широкоформатными системами, так как увеличивается площадь изображения в негативе и в копии.

В системах панорамного кинематографа делается попытка решить ту же задачу использованием для съемки и показа фильмов одновременно нескольких пленок, на каждой из которых размещается часть

общего изображения. Целое же изображение воссоздается только на киноэкране, на который частичные изображения проецируются одновременно несколькими кинопроекторами с разных пленок. Этот принцип позволяет значительно увеличить общую площадь изображения, повысить суммарный световой поток за счет одновременного использования нескольких кинопроекторов и применять экраны большой кривизны. Однако такое решение порождает и новые трудности, связанные с неизбежной заметностью границ совмещения на экране частичных изображений, проецируемых с разных кинопроекторов.

Как средство борьбы с недостатками многопленочных систем появляются панорамные системы, основанные на применении одной кинопленки той или другой ширины, на которой размещаются раздельно части общего изображения, совмещаемые в одно целое только на экране. Это позволяет всегда очень точно располагать одну часть изображения относительно другой, так как они находятся на одной пленке и демонстрируются с одного кинопроектора. Однако в этом случае нет выигрыша в световом потоке из-за использования одного кинопроектора.

Из-за сложности производства и показа панорамных фильмов, а следовательно, и большой их стоимости эти системы кинематографа не нашли широкого применения.

1. ОСНОВНЫЕ ДАТЫ РАЗВИТИЯ

1921 г. Г. Бингам предложил систему «*Видескоп*» на двух 35-*мм* кинопленках, которая, однако, не была реализована.

1927 г. Абель Ганс (Франция) снимает по своей системе «*Тройной экран*» на трех 35-*мм* кинопленках фильм «*Наполеон*», который был показан в Париже 7 апреля 1927 г. с трех кинопроекторов на трех плоских экранах, расположенных рядом.

1934 г. Фирма «Дебри» (Франция) разрабатывает для озвучения панорамного фильма «Наполеон» *двухканальную стереофоническую систему*, озвучивает этот фильм и показывает его в звуковом варианте.

1937 г. На Парижской выставке демонстрируется специально снятый фильм на двух 35-*мм* кинопленках. Он был показан с двух кинопроекторов на экран шириной около 60 *м*.

1952 г. 30 сентября в Нью-Йорке в «Бродвей-театре» впервые демонстрируется сборная кинопрограмма под названием «*Это Синерама*», снятая по системе «*Синерама*», разработанной Ф. Уоллером и Л. Томасом (США). Система «Синерама», по своей сути является развитием «Тройного экрана» Абеля Ганса, но на новом техническом уровне. Первая программа, снятая Р. Бендицким и Ф. де Лаку, состояла из нескольких короткометражных видовых фильмов.

1958 г. В феврале в Москве в кинотеатре «Мир» начался показ фильма «*Широка страна моя...*» (режиссер Р. Кармен), сделанного по разработанной в СССР под руководством НИКФИ системе «*Кинопанорама*».

1958 г. Национальная компания кинотеатров США показывает в апреле в Голливуде и Нью-Йорке первый (и последний) фильм «*Парусник*», снятый по созданной этой компанией панорамной системе «*Синемирэкл*» («Киночудо»).

1960 г. В августе в Блекпуле (Англия) состоялся показ фильма «*Медовый месяц*», снятого по панорамной системе «*АРК-120-Вондерама*», предложенной и разработанной Л. Бронеским и В. Уэллсом и использовавшейся фирмой «Арк прожекшн компани». Система отличается от других специальным способом изготовления и показа копии фильма, снятого по одной из широкоэкранных или широкоформатных систем.

1961 г. В октябре в Москве состоялась премьера первого в мире игрового художественного фильма, снятого по советской системе «*Кинопанорама*». Этот фильм «*Опасные повороты*» (режиссер Ю. Кун) был поставлен на Таллинской киностудии. Для съемок использовалась специальная киносъемочная панорамная камера со сменными объективами, созданная в НИКФИ Н. Бернштейном.

1963 г. Фирма «Синерама Корпорейшн» (США) создает панорамную систему «*Супер-Синерама*», основанную на применении трех широкоформатных пленок.

1963 г. В Париже открывается кинотеатр «Норманди», а в Брюсселе — «Мариньян» для показа фильмов по системе «*Гераклорама*», предложенной Жюлем Уордио (Франция). Способ позволяет демонстрировать фильм, снятый на одной пленке по любой однопленочной системе, на большой сильно изогнутый экран. Первым по этому способу был показан в Брюсселе фильм «*Вестсайдская история*».

1963—1965 гг. Фирма «Синерама Корпорейшн» переходит к демонстрированию фильмов по новой системе — «*Ультра-Синерама*», основанной на показе панорамных фильмов с одной широкой кинопленки на сильно изогнутый экран.

2. СОВЕТСКАЯ СИСТЕМА «КИНОПАНОРАМА»

«Кинопанорама» является типичной трехпленочной системой, в которой съемка производится на три отдельные 35-*мм* кинопленки, каждая из которых несет часть общего изображения, а показ осуществляется с трех кинопроекторов. Стереофоническая девятиканальная фонограмма воспроизводится с 35-*мм* магнитной ленты на отдельном фильмфонографе. При разработке системы учитывался опыт эксплуатации американской «Синерамы» и обеспечивались условия совместимости, необходимые для международного обмена фильмами. Это требование обусловило выбор близких размеров кадровых окон съемочных аппаратов и кинопроекторов, как это видно из табл. I-15 основных технических показателей систем «Кинопанорама» и «Синерама».

Однако «Кинопанорама» по ряду технических решений и изобразительным возможностям существенно отличается от «Синерамы». Так, благодаря оригинальной конструкции съемочного аппарата «Панорама», в котором все три пленки расположены в одной плоскости, оптические оси объективов параллельны, а необходимые углы между ними создаются специальными насадками, оказалось возможным применять сменные объективы различных фокусных расстояний. Это позволило производить съемки не только общим планом, как в «Синераме», имеющей объективы с одним фокусным расстоянием 27 *мм*, но использовать и все другие привычные для игрового кинематографа масштабы и дистанции съемки, без чего невозможна постановка художественных фильмов.

Таблица I-15

Основные технические показатели панорамных систем кинематографа «Кинопанорама» и «Синерама»

Параметры системы	«Кинопанорама»	«Синерама»
Ширина кинопленки, *мм*	3×35	3×35
Размер кадра негатива на одной кинопленке, *мм*	25,4×28,3	25,32×28,35
Размер проецируемого участка на одной кинопленке, *мм*	24,9×27,6	25,02×27,64
Площадь, *мм*²:		
кадра в негативе	718,8	717,8
проецируемого участка копии	687,2	690,5
Суммарная площадь на трех кинопленках, *мм*²:		
негатива	2099,8	2096,8
проецируемого участка копии	2006,6	2016,4
Соотношение сторон изображения на экране	2,6:1	2,6:1
Номинальная частота, *кадр/с*	25	26
Шаг кадра, *мм*	28,5	28,5
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	712,5	741,0
Фокусные расстояния съемочных объективов, *мм*	27, 35, 50, 75 и 100	27
Вид фонограммы	Магнитная девятиканальная	Магнитная семиканальная

Набор блоков съемочных объективов этого киноаппарата включает фокусные расстояния 27, 35, 50, 75 и 100 *мм*. Применение таких объективов позволяет получить общие горизонтальные углы изображения при съемке соответственно 144, 104, 81, 51 и 41°.

Так как общее изображение создается совмещением на экране трех отдельных кадров, то для уменьшения заметности стыков смежные изображения проецируются так, что накладываются краями друг на друга. Для этого при съемке на соседних пленках должны находиться небольшие участки изображения общих зон пространства. Они и накладываются одно на другое в узкой вертикальной полосе, ширина которой соответствует на пленке участку около 1 *мм*. Для устранения повышенной яркости изображения в зоне перекрытия с двух кинопроекторов на

соответствующих совмещаемых участках поля кадра в копии делается клинообразная засветка, создающая плавное повышение общей плотности к краю изображения, что и обеспечивает незаметность стыков отдельных частей кадра на экране.

На рис. I-13 приведена схема съемки по методу «Кинопанорамы» с одним из сменных блоков объективов, где *1, 2, 3* — 35-*мм* кинопленки; *4, 5, 6* — съемочные объективы; *7, 8, 9* — призмы перед объективами. На рис. I-14 приведена схема проекции панорамного фильма с установкой кинопроекторов в одной аппаратной, где *1* — панорамный экран; *2, 3* и *4* — кинопроекторы, проецирующие частичные изображения.

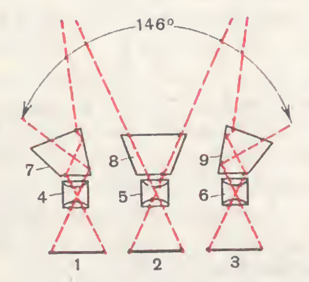


Рис. I-13. Схема съемки по методу «Кинопанорамы»

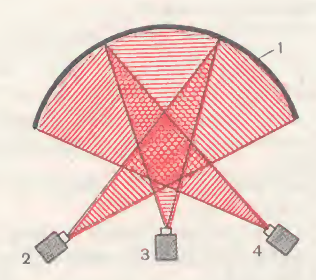


Рис. I-14. Схема проекции панорамного фильма

Принятая в советской системе форма панорамного экрана позволила отказаться от оборудования в каждом кинотеатре трех отдельных проекционных аппаратных, как в американской системе «Синерама», и расположить все кинопроекторы вместе в одной аппаратной, а сам экран изготовить сплошным из обычного экранного материала.

Применение шести кинопроекторов позволяет осуществлять непрерывный показ фильма вне зависимости от его длины и переходить с поста на пост без перерыва в демонстрировании картины.

Девятиканальная стереофоническая система звукового оформления панорамных фильмов, примененная в советской системе «Кинопанорама», в которой кроме пяти заэкранных каналов еще три размещены на стенах зрительного зала и один на его потолке, позволяет выносить звучание непосредственно в зал и усиливать этим «эффект участия».

3. АМЕРИКАНСКАЯ СИСТЕМА «СИНЕРАМА»

Система «Синерама» характеризуется использованием при съемке трехпленочной камеры с тремя постоянными объективами, имеющими фокусное расстояние 27 *мм*. Каждый из таких объективов при принятом размере кадра имеет угол поля изображения в горизонтальной плоскости 50°. При этом общий для всего изображения угол состав-

ляет 146°, с учетом зон взаимного перекрытия 2°. Съемочная камера имеет три отдельных канала транспортирования 35-*мм* пленок и соответственно три съемочных объектива, оптические оси которых расположены под углом 48° относительно друг друга.

Изображение, как и в системе «Кинопанорама», экспонируется на трех отдельных пленках и совмещается только на экране. Края смежных изображений, содержащие общие участки пространства, накладываются друг на друга на небольшом участке, создавая полосу повышенной яркости. Для устранения этого недостатка и уменьшения видимости стыков в кинопроекторах системы «Синерама» применяются непрерывно движущиеся гребенки, расположенные в кадровых окнах на участках, соответствующих накладываемым друг на друга частям изображения. Это позволяет в зоне наложения уменьшить яркость каждого из совмещаемых изображений и тем самым сделать стык малозаметным.

Показ панорамных фильмов по этой системе производится с трех пленок тремя кинопроекторами, установленными в отдельных аппаратных, на экран большой кривизны. Для уменьшения засветки изображения отражениями от других участков экрана его боковые части сделаны из отдельных полос-лент. В некоторых театрах «Синерамы» вся поверхность экрана изготовлялась из таких полос, плоскость которых располагалась везде перпендикулярно к направлению луча кинопроектора.

4. СИСТЕМА «СИНЕМИРЭКЛ»

Панорамная система «Синемирэкл», также использующая для съемки и проекции фильмов три отдельные 35-*мм* кинопленки при частоте 26 *кадр/с* и шаге кадра шесть перфораций, отличается применением при съемке трех отдельных реконструированных 35-*мм* киносъемочных камер, собранных в общий блок, с применением плоских зеркал перед объективами.

Для уменьшения заметности стыков изображения при показе фильмов на передних краях зеркал съемочных аппаратов установлены виньетирующие заслонки, создающие постепенное снижение освещенности оптического изображения в зонах наложения изображений друг на друга.

Кадровые окна в системе «Синемирэкл» близки к таковым в «Синераме» и имеют размеры в съемочном аппарате 24,8×28,2 *мм*, в проекционном — 24,4×27,7 *мм*.

Благодаря несколько меньшей, чем у «Синерамы», кривизне экрана он выполняется сплошным из обычного экранного материала и не создает чрезмерной засветки изображения отраженным светом. Все кинопроекторы устанавливают в одной аппаратной, но боковые проецируют изображение с помощью зеркал на противоположные по отношению к ним стороны экрана, как показано на схеме рис. I-15, где *1* — экран; *2, 3* и *4* — кинопроекторы; *5* и *6* — плоские зеркала.

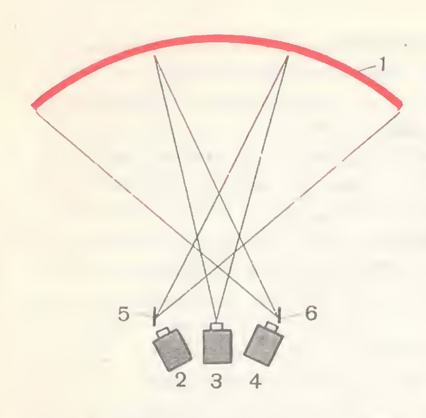


Рис. 1-15. Схема проекции по системе «Синемирэкл»

Звуковое сопровождение осуществляется по семиканальной стереофонической системе с фонограммой на отдельной 35-*мм* магнитной ленте. Пять групп громкоговорителей находятся за экраном, а две — расположены на боковых стенах зрительного зала.

5. СИСТЕМА «УЛЬТРА-СИНЕРАМА»

Если система «Супер-Синерама», разработанная фирмой «Синерама Корпорейшн» в 1963 г., являлась, по существу, прежней трехпленочной системой «Синерама», но только на более широких кинопленках, то «Ультра-Синерама» — по сути новая система панорамного кинематографа, основанная на других технических принципах. В ней съемка и показ фильмов осуществляются с применением одной широкой пленки при сохранении прежнего панорамного экрана большой ширины и кривизны.

Для получения в этом случае неискаженного изображения на таком экране с одной пленки оказалось необходимым вносить в изображение при съемке специальные искажения, являющиеся обратными возникающим при проекции. Это достигается использованием при съемке особого объектива с углом зрения по горизонтали 146°. Кроме того, для показа фильмов также применяются специальные проекционные объективы.

Возможность демонстрирования в кинотеатрах «Ультра-Синерамы» широкоформатных фильмов, снятых без искажения изображения, достигается печатью копии на специальном копировальном аппарате оптической печати, вносящем необходимые искажения в позитив. Таким образом, например, изготовлялись копии нескольких фильмов, снятых по системе «Супер-Панавижн-70».

6. СИСТЕМЫ «АРК-120-ВОНДЕРАМА», «СИСТЕМА КАРНИ И СМИТА»

Неоднократно делались попытки создания панорамных систем кинематографа на одной 35-*мм* или более широкой кинопленке. При этом авторы обычно полагали, что главным является показ на сильно изогнутый большой величины экран, и для решения именно этой задачи делили изображение различными способами при съемке или печати копии на несколько частей, размещая их на одной пленке. При проекции отдельные части изображения составлялись на киноэкране в одно общее целое. Таким путем удавалось, с одной стороны, получить даже на 35-*мм* кинопленке при обычном шаге кадра общее изображение с соотношением сторон, превышающим 2:1 без применения анаморфирования или кашетирования кадра, а с другой — обеспечить при показе фильма проекцию каждой отдельной части изображения на участок экрана с относительно небольшой стрелой прогиба при общей значительной кривизне.

В таких системах из-за относительно малой площади кадра при проекции необходимо большое увеличение, что приводит к низкому качеству изображения на экране. Очевидно, по этой причине ни одна из них не нашла распространения. Вместе с тем технические решения, положенные в основу отдельных систем, не лишены оригинальности.

Так, в системе «АРК-120-Вондерама» съемка фильма может производиться обычным способом по одной из широкоформатных или широкоэкранных систем, а изготовление фильмокопий на 35-*мм* кинопленке, предназначенных для панорамного показа по системе «АРК-120-Вондерама», выполняется на специальном копировальном аппарате оптической печати. Этот аппарат, перепечатывая имеющееся в негативе изображение, делит его по центральной вертикальной линии на две равные части (а если съемка велась по системе «Синемаскоп», то и дезанаморфирует), поворачивает каждую половину изображения на 90°, составляя их основанием друг к другу, как показано на рис. 1-16, где *а* — исходный негатив, а *б* — копия для панорамного показа. Таким образом, в фильмокопии на кадре размером 25×18,3 *мм* расположены две части изображения, которые при обратном сложении в общее изображение будут как бы составлять кадр размером 36,6×12,5 *мм* с соотношением сторон 2,9:1.

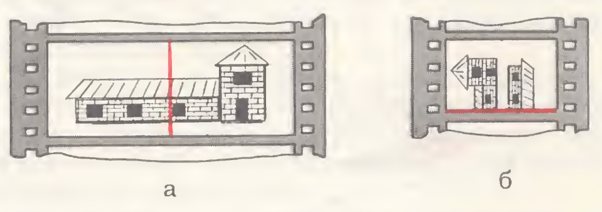


Рис. 1-16. Кадр в системе «АРК-120-Вондерама»

На такой фильмокопии по краям кинопленки, за перфорациями, наносятся две магнитные дорожки для двухканальной стереофонической фонограммы.

Показ фильмов по системе «АРК-120-Вондерама» осуществляется на обычных 35-*мм* кинопроекторах, снабженных специальной проекционной оптической системой «АРК-прожекшн», схема которой приведена на рис. 1-17, где *1* — фильмокопия; *2* — объектив, строящий в масштабе 1:1 через прямоугольную призму *3* изображение кадра в плоскости *4*; *5* — призма с зеркальными наружными гранями, направляющими световые потоки, соответствующие левой и правой частям изображения, на призмы *6* и *7*. После преломления в призмах световые

пучки, строящие левую и правую части изображения, направляются соответственно в проекционные объективы *8* и *9*, которые и строят на экране *10* общее изображение снятого объекта, составляя его из двух частей, разделенных при печати фильмокопии. Для уменьшения заметности стыка между двумя частями изображения зона этого стыка несколько растушевывается действием специальной быстро вращающейся заслонки вблизи плоскости *4* изображения кадра, строящегося объективом *2*.

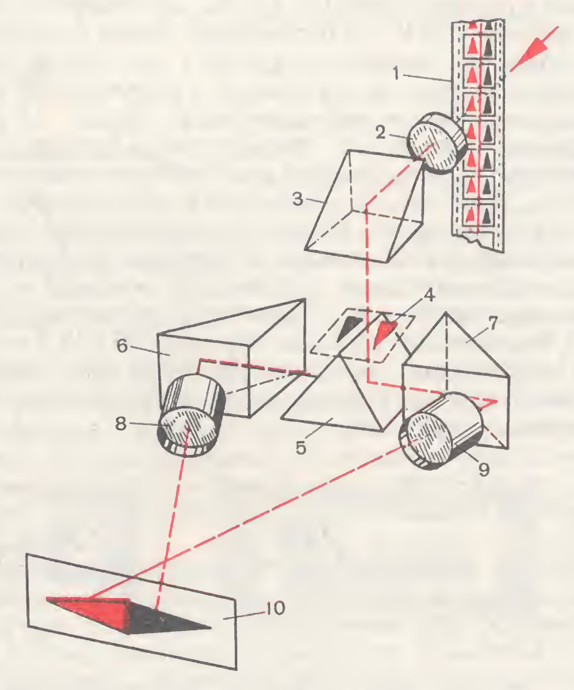


Рис. I-17. Схема проекции изображения по системе «АРК-120-Вондерама»

В системе, предложенной Р. Карни и Т. Смитом, деление изображения на три отдельные части производится уже при съемке. Используя обычный 35-*мм* киносъемочный аппарат с шагом кадра 19 *мм*, авторы применяют в нем специальную оптическую систему с общим углом поля изображения, равным 180°, разделяемым на три участка: средний, соответствующий центральной части снимаемого объекта в пределах угла 90°, и два боковых, непосредственно примыкающих к центральному, по 45° каждый.

Центральная часть общего изображения размещается, как показано на рис. I-18, в нижней половине разделенного по горизонтали кадра, а

две боковые — в его верхней половине рядом друг с другом. Таким образом, высота изображения на кинопленке составляет всего 9,4 *мм*, а его общая длина при ширине кадра 21,3 *мм* около 42 *мм*, что соответствует соотношению сторон 4,4:1.

При демонстрировании фильма части изображения с помощью специальной оптической системы проецируются на экран так, что центральная часть занимает его середину, а боковые соответственно располагаются справа и слева, сливаясь в одно общее изображение. Хотя снятый по этой системе экспериментальный фильм и получил положительную оценку, сама система дальнейшего применения не нашла.

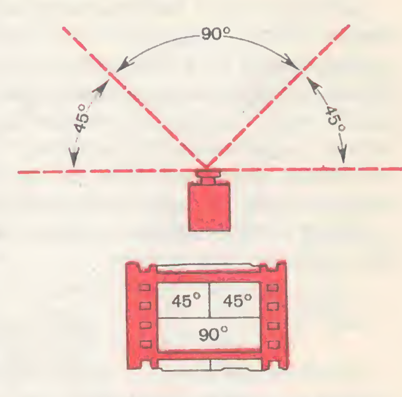


Рис. I-18. Расположение элементов изображения в кадре по «Системе Карни и Смита»

7. СИСТЕМА «ГЕРАКЛОРАМА»

«Гераклорама», по существу, является не системой кинематографа, а способом панорамного показа однопленочных фильмов, снятых по различным другим системам. В ее основе лежит применение специального проекционного объектива, предложенного Ж. Уордио (Франция), рассчитанного на построение изображения с плоского кадра на сильно изогнутую поверхность экрана. При этом сохраняется равномерность резкости по всей поверхности экрана и геометрические искажения не превышают допустимой нормы.

Другим существенным элементом является конструкция самого экрана. Он состоит из большого количества (около 2000) расположенных вертикально дюралюминиевых полос специального профиля, перекрывающих частично друг друга и создающих вместе сильно изогнутую поверхность растрового характера.

Проекционный объектив «Гераклорамы» устанавливается на любой кинопроектор, благодаря чему по этому способу можно демонстрировать широкоформатные, широкоэкранные и обычные фильмы, обеспечивая панорамность изображения при сохранении необходимого качества.

Равномерность яркости экрана для всех зон зала обеспечивается соответствующей ориентацией полос, из которых он состоит, и покрытием их специальным составом, создающим достаточно большие углы светорассеяния. Соответствующая ориентировка самих полос позволяет практически устранить вредную засветку экрана вследствие отражения света от других его частей.

В кинотеатре «Мариньян» в Брюсселе по этому методу демонстрировались фильмы на экране высотой 6 *м* при длине по дуге 20 *м* с хордой 16,5 *м*.

8. СИСТЕМА «РАЗМЕР-Д-150»

Эта система основана на применении для съемки и изготовления фильмокопий широких — 65- и 70-*мм* — кинопленок. Отличительной особенностью от других систем является использование для съемки набора специально разработанных объективов различного фокусного расстояния с углами поля изображения от 50 до 150° при кадре с отношением сторон 2,7:1, а также сильно изогнутого экрана особой конструкции. Фильмокопии для показа на панорамных изогнутых экранах изготовляются способом оптической печати с соответствующей коррекцией изображения, а для показа в обычных кинотеатрах — способом контактной печати.

СИСТЕМЫ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО КИНЕМАТОГРАФА

Сделать кинематограф объемным — стереоскопическим — было желанием многих ученых и изобретателей. Естественно, что такие попытки предпринимались в различных странах неоднократно и чаще всего основывались на принципах, принятых в стереофотографии. Несмотря на большое количество и техническое разнообразие предлагавшихся решений, разработка системы стереоскопического кинематографа не закончена и до настоящего времени. Действующие системы имеют еще существенные недостатки, ограничивающие их применение.

1. ОСНОВНЫЕ ДАТЫ РАЗВИТИЯ

1853 г. Рольман предложил использовать метод цветных анаглифов для получения неподвижных стереоскопических изображений.

1858 г. Анри Д'Альмейда (Франция) для получения неподвижных стереоскопических изображений стал применять обтюраторный способ и метод цветных анаглифов.

1891 г. Дж. Андертон (Англия) предлагает использовать для стереопроекции явление *поляризации света*.

1896 г. Бертье и Лизеганг (Германия) высказали идею разделения левого и правого стереоизображений у экрана применением растра.

1904 г. Ф. Айвс (США) предложил для сепарации стереоизображений *метод параллаксстереограммы*, с использованием растра.

1915 г. 10 апреля в Нью-Йорке в «Астор-Театре» Е. Портер и В. Ваддел демонстрировали стереоскопическую кинопроекцию по методу *анаглифов* съемок, сделанных в окрестностях Нью-Йорка.

1925 г. А. Кауфман (СССР) начал работы по применению *стереоскопов* для кинематографии.

1926 г. Н. Клемпнер (СССР) демонстрировал изобретенный им метод стереокинематографа, основанный на применении *цветных анаглифов*.

1927 г. Юиптхайт (Англия) разработал легкие очки, действующие по *обтюраторному методу* сепарации изображений.

1928 г. Э. Ноайон (Бельгия) сконструировал экран с расположенными перед ним вибрирующими растровыми решетками.

1932 г. Михайловский, Брюхоненко и Качкачьян (СССР) проводят работы, продолжавшиеся до 1936 г., по применению обтюраторного метода стереокино.

1935 г. С. Иванов (СССР) изобретает *растровый киноэкран* для показа стереофильмов.

1935 г. Луи Люмьер (Франция) разрабатывает *анаглифный метод* показа стереофильмов, на основе которого в Париже создается стереокинотеатр, просуществовавший до 1939 г.

1936 г. Арденне (Германия) предложил *поляроидный метод* показа стереоскопических фильмов, по которому фирма «Цейсс-Икон» оборудовала в Берлине стереокинотеатр «Уфа-Палас» на 2000 мест.

1936 г. Банкли (Австрия) реализует систему стереоскопического кинопоказа по *обтюраторному методу*, применяя вращающиеся заслонки.

1936—1937 гг. Е. Голдовский с сотрудниками (СССР) разработал систему стереоскопического кинематографа по предложенному им *анаглифному методу*.

1937 г. С. Иванов (СССР) изготовил изобретенный им *растровый стереоэкран* и осуществил на нем показ экспериментальных съемок.

1939 г. Е. Термецкий (СССР) улучшил конструкцию растрового экрана с подвижными элементами, предложенную Э. Ноайоном.

1939 г. Фирма «Крейслер» (США) на Международной выставке в Нью-Йорке демонстрировала по *поляроидному методу* рекламные стереоскопические фильмы.

1940 г. В Москве в кинотеатре «Художественный» начался показ по поляроидному методу стереоскопического фильма «*Выходной день в Москве*» (режиссер Н. Экк, оператор Н. Ренков).

1941 г. 4 февраля в Москве в кинотеатре «Москва» впервые в мире был показан стереоскопический фильм по безочковому растровому методу, предложенному С. Ивановым. Демонстрировался фильм «Концерт» (режиссер А. Андриевский, оператор Д. Суренский), снятый по системе «*Стерео-35-19*». В кинотеатре был установлен экран со светопоглощающим растром размером более 25 $м^2$.

1942 г. С. Иванов и А. Андриевский (СССР) создали способ изготовления светосильного *линзо-растрового экрана* для безочкового показа стереоскопических фильмов.

1943 г. С. Иванов и А. Андриевский (СССР) предложили новый, *интегральный тип растрового экрана*.

1946 г. В СССР демонстрировался стереоскопический полнометражный художественный фильм «*Робинзон Крузо*» (режиссер А. Андриевский, оператор Д. Суренский) по безочковому методу С. Иванова.

1947 г. В Москве вышел стереоскопический художественный фильм «*Машина 22-12*» (режиссер В. Немоляев, оператор С. Рубашкин).

1947 г. В феврале в Москве началась эксплуатация первого в мире кинотеатра, оборудованного светосильным экраном с *линзовым перспективным растром* для безочкового показа стереофильмов.

1951 г. В Англии состоялся кинофестиваль, к началу которого в Лондоне оборудовали специальный кинотеатр будущего «Телесинема». В нем наряду с другими видами кинопоказа была предусмотрена возможность демонстрирования стереоскопических фильмов по безочковому методу и с поляризационными очками.

1951 г. Братья Спиттисвуд (Англия) создали двухпленочную систему «*Стереотехникс*», по которой съемки велись на двухкамерной установке с использованием сменных объективов различного фокусного расстояния и переменного базиса.

1951 г. Ф. Савуайе (Франция) осуществил показ стереоскопического киноизображения на растровый экран, представлявший собой вращающийся конический барабан с укрепленными на нем непрозрачными планками-жалюзи.

Различные двухпленочные и однопленочные системы стереокино, использующие 35-*мм* и более широкие кинопленки, создаются в этот период в США.

1952 г. В СССР производство и демонстрирование стереоскопических фильмов переведено на систему «*Стерео-35*», отличающуюся от применявшейся ранее использованием обычной 35-*мм* кинопленки и вертикально расположенной стереопары с кадрами нормального размера.

1952 г. Арч Оболер (США) создал полнометражный стереофильм «*Дьявол Бвана*» об охоте в Африке. Картина с большим успехом демонстрировалась по поляроидному методу в США и странах Западной Европы.

1953 г. В США выходит на экраны стереофильм «*Дом восковых фигур*» (режиссер П. Марлей), имевший большой успех у зрителей.

Успех ряда стереоскопических фильмов привел к тому, что почти все студии США начали их производство. Только в 1953 г. было сделано около шестидесяти различных стереофильмов.

1954 г. На студиях США по различным стереоскопическим системам создано двадцать пять фильмов, но в последующие годы их количество резко сократилось.

1954—1955 г. В ряде городов СССР оборудованы специальные стереокинотеатры со светосильными линзо-растровыми экранами для безочкового показа фильмов.

1959 г. В НИКФИ (СССР) закончена разработка системы стереоскопического широкоэкранного кинематографа, основанного на получении стереопар на двух отдельных 35-*мм* кинопленках. На каждой из них получается анаморфированное изображение, отвечающее всем требованиям широкоэкранной системы с вертикальным кадром и анаморфированным изображением с коэффициентом 0,5.

1962 г. В Москве началось демонстрирование по поляроидному методу широкоэкранного стереоскопического короткометражного фильма «Вечер в Москве».

1966 г. В НИКФИ (СССР) закончена разработка советской стереоскопической системы кинематографа «*Стерео-70*», основанной на применении кинопленки шириной 70 *мм* и горизонтально расположенной стереопары.

1966 г. В Москве в кинотеатре «Октябрь» открылся специальный зал для показа фильмов по системе «Стерео-70», в котором демонстрировался полнометражный художественный фильм «*Нет и да*» (режиссер А. Кальцатый, оператор К. Новиков), снятый на киностудии «Мосфильм».

1966 г. 21 декабря в Чикаго (США) осуществлен показ стереофильма «*Мыльный пузырь*» (режиссер Арч Оболер), снятого по системе «*Спейсвижн*», разработанной Р. Берньером и основанной на применении 35-*мм* кинопленки и вертикально расположенной стереопары в пределах площади нормального кадра. Показ проводился по поляроидному методу с новым типом улучшенных очков.

1967 г. В Москве на Киностудии им. М. Горького режиссер П. Экк поставил стереофильм «*Человек в зеленой перчатке*».

В последующие годы на киностудиях Москвы регулярно ставят стереоскопические художественные кинофильмы по системе «Стерео-70», демонстрируемые в ряде городов страны по поляроидному и безочковому растровому способам.

В США также разрабатывают ряд новых стереоскопических систем и снимают фильмы, демонстрируемые по поляроидному способу.

2. СЪЕМКА И ДЕМОНСТРИРОВАНИЕ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ ФИЛЬМОВ

Любая система стереоскопического кинематографа основывается на свойствах бинокулярного зрения, сущность которого в том, что каждый глаз видит любой предмет несколько под другим углом, с другой точки зрения. Складываясь в мозгу, отдельные изображения воспринимаются как одно объемное.

Для создания стереоскопического кинематографического изображения необходимо при съемке зафиксировать объект в виде отдельных изображений минимум с двух точек зрения, отличающихся приблизительно так, как отличаются точки зрения глаз человека. При показе фильма необходимо обеспечить сепарацию изображений, т. е. раздельное восприятие каждым глазом только одного изображения, снятого для него с его точки зрения.

Чистота сепарации и определяет главным образом полноту эффекта восприятия объемности изображения.

По характеру сепарации изображений применяемые методы можно разделить на д в е группы. К п е р в о й следует отнести методы, основанные на разделении изображений непосредственно у глаз каждого зрителя с помощью тех или других индивидуальных устройств (очки, обтюратор и т. д.). Ко в т о р о й — растровые методы, при которых сепарация осуществляется проекционным экраном за счет его особых свойств.

Растровый экран, или безочковый метод сепарации изображений, с бóльшим изяществом решает вопрос показа стереофильмов, но из-за ограниченных пока размеров экрана (12—15 $м^2$) применяется только в небольших кинотеатрах. В то же время поляризационный метод с очками позволяет без значительных затрат переоборудовать существующие кинотеатры и демонстрировать фильмы на экранах больших размеров. Практически оба эти метода развиваются параллельно.

Важным является то обстоятельство, что в применяемых в настоящее время стереоскопических системах, основанных на получении при съемке одной стереопары, формат и расположение кадра на кинопленке никак не связаны с методом сепарации изображения при показе. Таким образом, любой фильм, сделанный по одностереопарной системе, можно демонстрировать как по безочковому растровому, так и по поляроидному методу.

3. МЕТОДЫ ПОКАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Метод стереоскопов. Изображения стереопары проецируются на два отдельных киноэкрана. Сепарация изображений достигается применением стереоскопа, установленного перед каждым зрителем, или при помощи специальных призменных стереоочков для совмещения двух изображений стереопары. Из-за сложности и необходимости индивидуальной регулировки способ не нашел применения, хотя и разрабатывался многими авторами в ряде стран.

Обтюраторный метод. Сепарация достигается установкой перед каждым зрителем вращающегося обтюратора или другого рода заслонок, работающих синхронно и синфазно с соответствующими обтюраторами проекционных аппаратов таким образом, что зритель, рассматривающий экран через свое индивидуальное устройство, поочередно видит на нем левым глазом левое изображение, а правым — правое. Этот метод также не нашел распространения.

Метод цветных анаглифов заключается в одновременном проецировании на один экран левого и правого изображений каждой стереопары через соответствующие каждому из них цветные светофильтры, дополнительные по цвету друг к другу. Зритель рассматривает эти изображения на экране через очки, снабженные такими же цветными светофильтрами, и соответственно правым глазом видит только правое изображение, а левым — только левое.

Л. Люмьер в своем стереоскопическом театре, работавшем в Париже с 1935 по 1939 г., применял именно этот метод сепарации изображений. Использование светофильтров дополнительных цветов создает у зрителей впечатление объемного изображения нейтрально-серого цвета.

В СССР анаглифный метод другого вида был разработан по предложению Е. Голдовского. Он являлся субтрактивным в отличие от аддитивного, примененного Люмьером, и основывался на использовании позитивной фильмокопии стереоскопического фильма, напечатанной на специальной кинопленке с двумя эмульсионными слоями, расположенными с обеих сторон основы. На одной стороне напечатано изображение, соответствующее левому глазу, а на второй — правому. Каждая эмульсионная сторона окрашена в свой цвет, что исключает необходимость применять светофильтры на кинопроекторах.

Однако анаглифный метод принципиально непригоден для показа цветных кинофильмов, что ограничило его применение.

Поляризационный метод с применением очков для сепарации изображений получил в настоящее время наибольшее практическое распространение. Он основан на известном явлении поляризации света.

Применяя на объективах кинопроекторов соответственно ориентированные во взаимно перпендикулярных плоскостях поляризационные светофильтры, можно левое и правое изображения стереопары проецировать на один экран, накладывая их друг на друга. Необходимо применять при этом экран с поверхностью, не деполяризующей свет (например, алюминированный).

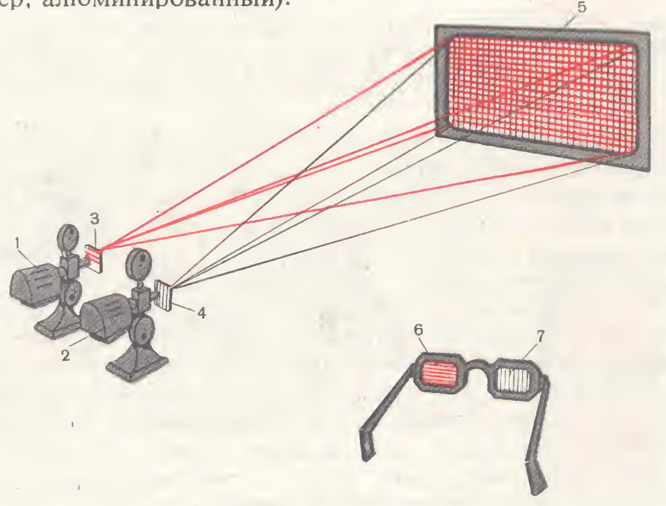


Рис. I-19. Схема демонстрирования стереоскопического фильма по поляризационному методу

Зритель, рассматривая изображение на таком экране через очки с соответственно установленными в них поляризационными светофильтрами, видит каждым глазом только одно, предназначенное для него изображение стереопары и получает полное впечатление объемности.

Эта система одинаково пригодна для демонстрирования цветных и черно-белых фильмов.

На рис. I-19 приведена схема показа стереоскопического фильма по поляризационному методу, где *1* и *2* — кинопроекторы, демонстри-

рующие соответственно левое и правое изображения; *3* и *4* — поляризационные светофильтры, установленные в положение для поляризации света во взаимно перпендикулярных плоскостях. Отраженные от экрана *5* поляризованные световые потоки, соответствующие левому и правому изображениям, разделяются перед глазами зрителей соответственно установленными в очках поляроидами *6* и *7*.

Недостатком поляризационного метода является значительная потеря света в поляризаторах на кинопроекторах и в очках, что приводит к снижению яркости видимого зрителями изображения. Кроме того, известным неудобством является необходимость надевать специальные очки. Однако простота и надежность получения стереоскопического эффекта вне зависимости от положения зрителя по отношению к экрану делают этот метод наиболее распространенным до настоящего времени.

4. РАСТРОВЫЕ БЕЗОЧКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Принципиальным отличием этих систем показа стереофильмов является сепарация изображений за счет особых свойств растровых экранов, или, вернее, растра, устанавливаемого непосредственно перед экраном.

Используя соответствующий растр, удается создать такие условия в просмотровом зале, при которых каждый зритель без применения очков или других индивидуальных приспособлений более или менее без помех видит левым глазом левое изображение, а правым — правое. Однако до настоящего времени еще не удается изготовить растровые киноэкраны, полностью удовлетворяющие требованиям кинематографа. Они не позволяют получить чистую сепарацию изображений, а зритель для восприятия стереоэффекта вынужден правильно выбрать и строго сохранять определенное положение головы. Даже небольшое изменение положения головы вызывает потерю стереоскопического эффекта. Кроме того, увеличение расстояний между формируемыми растром зонами видения для левых и правых глаз по мере удаления от экрана ограничивает площадь просмотровых залов, а технологические трудности пока не позволяют изготовлять экраны большого размера. Все это ограничивает применение растровых экранов.

Однако есть основание предполагать, что дальнейшее развитие стереоскопического кинематографа пойдет по пути совершенствования растровых систем, как наиболее приемлемых для зрителей.

Благодаря работам советских специалистов по безочковому методу стереоскопического кинематографа, в основу которого было положено изобретение С. Иванова, предусматривающее использование для сепарации изображений мелкоструктурного перспективного растра, растровые экраны были существенно усовершенствованы. Если первый кинотеатр для показа фильмов по безочковому методу, открывшийся в Москве в 1941 г., имел малосветосильный поглощающий перспективный растр, то в настоящее время применяются светосильные экраны с перспективным линзовым растром, позволяющим получать несравненно более яркое и качественное изображение.

Дальнейшим существенным шагом вперед может стать создание *интегральной системы* (многостереопарной) кинематографа, предложенной С. Ивановым и А. Андриевским. Особенность ее в получении при съемке не одной, а целого ряда стереопар, что позволит зрителю при просмотре фильма в любой точке зала легко находить правильное положение для наблюдения объемного изображения и как бы оглядывать его, перемещая глаза в соседние зоны, как это имеет место при рассматривании предметов в природе.

5. СОВЕТСКИЕ СИСТЕМЫ «СТЕРЕО-35-19», «СТЕРЕО-35», ШИРОКОЭКРАННАЯ И «СТЕРЕО-70»

СИСТЕМА «СТЕРЕО-35-19»

Эта система была впервые разработана С. Ивановым и по ней в СССР снимали первые стереофильмы на специальной 35-*мм* кинопленке с шагом перфораций 19 *мм* вместо обычных для этого формата 4,75 *мм*. Перфорации располагались на межкадровых промежутках, что позволяло разместить левые *Л* и правые *П* кадры стереопары на всей ширине кинопленки, как показано на рис. I-20. В фильмокопии между кадрами изображения находилась фотографическая фонограмма.

Недостатками этой системы были: композиционно невыгодная квадратная конфигурация кадра размером 15×16 *мм*, малая его площадь — 240 *мм*^{2}, расположение части изображения на быстро изнашиваемой полосе перфорационных дорожек и необходимость из-за малого расстояния между центрами стереопары использовать при съемке не два отдельных объектива, а один со специальной насадкой из двух зеркал.

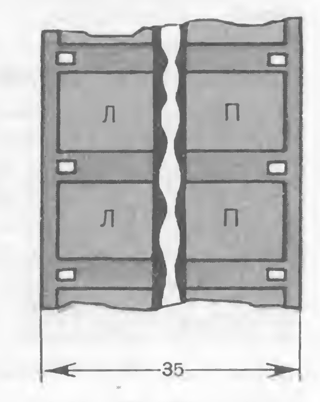


Рис. I-20. Кадр в системе «Стерео-35-19»

СИСТЕМА «СТЕРЕО-35»

В этой системе, заменившей в 1952 г. систему «Стерео-35-19», применяется обычная 35-*мм* кинопленка и каждый кадр стереопары имеет размер, соответствующий обычной системе кинематографа, т. е. 22×16 *мм*. Кадры стереопары расположены друг над другом. Увеличение площади кадра позволило улучшить фотографическое качество изображения и сохранить привычное для кинематографистов соотношение его сторон. Но одновременно вдвое увеличились шаг продергивания и расход пленки.

Для съемки применяются пары сменных объективов различного фокусного расстояния и соответствующие призменные насадки, позво-

ляющие получать в каждом случае необходимый стереоскопический базис.

По этой системе, так же как и по системе «Стерео-35-19», было снято около десяти фильмов.

ШИРОКОЭКРАННАЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА 35-*мм* КИНОПЛЕНКЕ

В 1959 г. в СССР в НИКФИ была разработана система широкоэкранного стереоскопического кинематографа на 35-*мм* кинопленке с вертикальным кадром, анаморфированным изображением и показом по поляроидному методу. По этой системе съемка производилась сдвоенной 35-*мм* камерой на две отдельные пленки, на одной из которых находились только правые кадры стереопары, а на второй — только левые. Демонстрирование фильма осуществлялось с двух пленок отдельными синхронно работающими кинопроекторами. Для съемки стереопары использовались одинаковые анаморфотные объективы и кадровые окна нормального для широкоэкранной системы размера. Это позволяло получать не только стереоскопический, но и обычный, плоскостной вариант фильма, для чего достаточно было использовать одну из пленок — с правым или левым изображением, перезаписав только трехканальную стереофоническую фонограмму в одноканальную.

Использование для показа фильма двух отдельных кинопроекционных аппаратов давало возможность получать большой световой поток, обеспечивающий нужную яркость изображения на достаточно большом экране.

Широкоэкранная стереоскопическая система применялась ограниченное время, до создания системы «Стерео-70».

СИСТЕМА «СТЕРЕО-70»

Развитие техники широкоформатного кинематографа позволило к 1965 г. закончить в НИКФИ совместно с киностудией «Мосфильм» (руководитель работ А. Болтянский) разработку новой советской системы стереоскопического кинематографа, основанной на применении кинопленки шириной 70 *мм*. Использование такой кинопленки дало возможность при сохранении принятого в широкоформатной системе шага кадра разместить горизонтально расположенную стереопару с кадрами размером 25 × 18,2 *мм*. Такой размер и положение кадров стереопары (рис. I-21) позволили не только получить хорошее качество фотографического изображения, что весьма важно, но также применить при съемке большой набор сменных объективов различных фокусных расстояний как без насадок, так и с призменными насад-

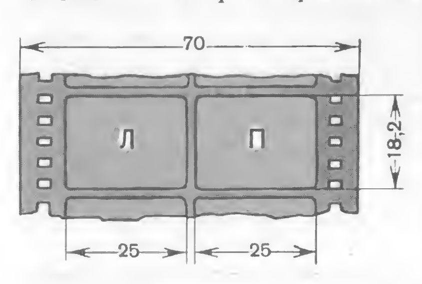


Рис. I-21. Кадр в системе «Стерео-70»

ками, предназначенными для получения различных базисов стереосъемки.

При разработке системы «Стерео-70» были созданы различные по назначению киносъемочные аппараты, которые изготовлялись на базе серийных широкоформатных камер.

В табл. I-16 приведены основные технические показатели системы «Стерео-70».

Таблица I-16

Основные технические показатели системы стереоскопического кинематографа «Стерео-70»

Параметры системы	Негатив	Копия
Ширина кинопленки, *мм*	70	70
Размер одного кадра стереопары, *мм*	25×18,2	23×16,7
Площадь кадра стереопары, *мм²*	455	384
Соотношение сторон	1,37:1	1,37:1
Шаг кадра, *мм*	23,75	23,75
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	570	570
Расход кинопленки, *м/мин*	34,2	34,2
Вид фонограммы	Магнитная стереофоническая шестиканальная	

Следует отметить, что при разработке системы кроме создания всех технических средств для съемки и показа фильмов большое внимание было уделено технологическим особенностям съемки стереофильмов и были разработаны подробные рекомендации операторам. Сейчас все стереоскопические фильмы в СССР снимаются этим способом.

Рациональной особенностью системы является также простота получения плоскостного варианта стереоскопического фильма для показа в сети обычных кинотеатров. Для этого на специальном копировальном аппарате оптической печати производится выкопировка левых или правых кадров стереопары и путем перезаписи изготовляется одноканальная фонограмма вместо стереофонической.

СИСТЕМЫ ПОЛИЭКРАННОГО И ВАРИОСКОПИЧЕСКОГО КИНЕМАТОГРАФА

Различные виды полиэкранных систем кинематографа в их чистом виде, т. е. с проекцией нескольких изображений на отдельно расположенные экраны различной формы и размера, находят применение обычно только в экспозициях выставок и должны быть скорее отнесены

к киноаттракционным, чем к системам кинематографа. Типичным представителем этой группы был «*Полиэкран*», созданный в Чехословакии и использованный на Всемирной выставке 1959 г. в Брюсселе, и разработанная в США полиэкранная система, экспонированная в том же году на американской выставке в Москве. На последующих выставках 1962 г. в Сиэттле, 1964 г. в Нью-Йорке, 1967 г. в Монреале различные виды полиэкранного показа нашли еще большее распространение.

Средства кинематографической техники, в том числе и полиэкранный показ, также часто использовались в театральных постановках, но обычно носили подсобный характер. Особенно оригинальным способом применения киносредств в театральных постановках была «*Латерна-магика*», созданная в ЧССР. Она основана на удачном сочетании снятых и демонстрируемых по полиэкранному способу кинофрагментов с действиями живых актеров, часто одних и тех же, играющих одновременно на сцене и на экране. Получился совершенно новый вид театрального представления. Но «Латерна-магика» не стала кинематографической системой, так как, сочетая действия живых актеров со снятыми киноизображениями, она не может быть размножена для показа во многих театрах, что является одним из основных требований к любой кинематографической системе.

Действительно кинематографической системой является «*Совполикадр*», созданная на киностудии «Мосфильм» в 1969 г. Первый двадцатиминутный фильм по этой системе «*Наш марш*» (режиссеры А. Шейн и А. Светлов), сделанный к 100-летию со дня рождения В. И. Ленина, был показан в 1970 г. Название системы точно отражает ее техническую сущность: она действительно поликадровая, а не полиэкранная, так как основана на показе ряда отдельных изображений различной конфигурации, расположенных на одной 70-*мм* кинопленке и проецируемых на один большой экран.

Различные предложения и попытки создания вариоскопических систем кинематографа также делались неоднократно в различных странах. Целесообразность изменения соотношения сторон экранного изображения для создания оптимальной композиции каждого кадра в соответствии с его содержанием высказывалась многими постановщиками фильмов. Так, С. Эйзенштейн еще в тридцатых годах высказывал идею о *динамическом квадрате*, как основе для создания системы кинематографа с изменяющимся соотношением сторон изображения. Такая система была создана в 1964—1966 гг. в СССР Всесоюзным научно-исследовательским кинофотоинститутом совместно с киностудиями. Она получила название «*Варио-70*», так как основана на применении широкой, 70-*мм* пленки.

1. СИСТЕМА «СОВПОЛИКАДР»

«Совполикадр» основан на использовании техники советской системы широкоформатного кинематографа и благодаря этому не требует специальной аппаратуры для съемки и показа фильмов.

Сущность системы заключается в том, что в конечном счете на площади стандартного широкоформатного кадра с постоянными границами может быть получено сложное поликадровое изображение, состоящее из любого нужного количества отдельных изображений произвольной, задуманной постановщиком формы. Размеры и форма отдельных изображений могут изменяться как мгновенно, так и плавно в пределах общих границ широкоформатного кадра. Допустимо одновременное наличие в кадре как черно-белых, так и цветных изображений. Заготовками для такого поликадрового фильма могут быть как специально сделанные киносъемки на любом формате, так и старые, архивные, или другие киноматериалы.

Сведение на одну пленку отдельных изображений, находящихся на различных пленках, и придание каждому из них желаемой формы, размера и места положения в окончательном кадре выполняется различными способами комбинированных съемок.

Большим преимуществом системы является неограниченная возможность показа таких фильмов во всех кинотеатрах, так как фильмокопии могут быть изготовлены по стандартам широкоформатного и широкоэкранного кинематографа.

Фильмы озвучиваются по шестиканальной стереофонической системе, принятой в широкоформатном кинематографе, и имеют совмещенные магнитные фонограммы на 70-*мм* копиях. Фильмокопии, напечатанные для показа по широкоэкранной системе, имеют одноканальную фотографическую фонограмму.

Опыт производства и демонстрирования таких фильмов показал большие изобразительные и художественные возможности системы для постановки определенного вида кинокартин.

2. СИСТЕМА «ВАРИО-70»

В 1964—1966 гг. НИКФИ совместно с киностудиями разработал систему вариоскопического кинематографа, основанную на применении при съемке 70-*мм* кинопленки и почти квадратного кадра размером 48,5×46 *мм* с шагом десять перфораций.

В созданной системе съемка всегда ведется на полный размер кадра без кашетирования или другого ограничения максимального поля изображения. Однако при компоновке изображения в кадре обязательно учитывается его последующая конфигурация. Наличие изображения на всей площади квадратного поля кадра позволяет в некоторой степени уточнить намеченную ранее компоновку при печати копий с ограничивающими кашетами.

В системе предусмотрена возможность получения с исходного негатива нескольких видов фильмокопий для показа вариоскопических фильмов в различных кинотеатрах:

фильмокопии на 70-*мм* пленке с шагом кадра десять перфораций печатаются с соответствующим кашетированием поля изображения маской. Такие копии предназначаются для показа в кинотеатрах, обо-

рудованных специальными 70-*мм* кинопроекторами и имеющих квадратные экраны больших размеров;

фильмокопии на 35-*мм* кинопленке с переменным кашетированием изображения маской, создаваемой при печати, предназначены для кинотеатров, оборудованных обычной 35-*мм* кинопроекционной аппаратурой и экранами увеличенного размера;

фильмокопии на 35-*мм* кинопленке с переменным анаморфированием изображения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях по заданной программе и соответствующим кодом для дезанаморфирования при демонстрировании предназначены для показа в кинотеатрах, оборудованных специальной 35-*мм* проекционной аппаратурой с программной системой дезанаморфирования и квадратными экранами.

Варископические фильмокопии на 35-*мм* пленке получают путем печати с исходного 70-*мм* негатива. Кадры с горизонтальной композицией анаморфируются в соответствующей степени в горизонтальном направлении, а кадры с вертикальной композицией — в вертикальном. Степень анаморфирования всегда выбирается такой, чтобы изображение занимало всю площадь кадра, так как это способствует повышению качества изображения.

При демонстрировании такой фильмокопии в кинотеатре изображение автоматически дезанаморфируется в нужной степени и в надлежа-

Таблица 1-17

Основные технические показатели системы вариоскопического кинематографа «Варио-70»

Параметры системы	Негатив	Фильмокопии: на кинопленке 70 *мм*	Фильмокопии: на кинопленке 35 *мм*, с переменным анаморфированием	Фильмокопии: на кинопленке 35 *мм*, с кашетированием
Ширина кинопленки, *мм*	70	70	35	35
Размер кадра в негативе, *мм*	48,5×46	—	—	—
Пределы изменения размера кадра в копии, *мм*	—	От 48,5×23 до 24×46	21,3×18,1 постоянный	От 21,2×11,5 до 13,5×18,1
Соотношение сторон изображения:				
на кинопленке	1,05:1	От 2,1:1 до 0,53:1	1,1:1	От 1,85;1 до 0,75:1
на экране	—	От 2,1:1 до 0,53:1	От 2,35:1 до 0,6:1	От 1,85:1 до 0,75:1
Шаг кадра, *мм*	47,5	47,5	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	24	24	24	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	1130	1130	456	456
Расход кинопленки, *м/мин*	67,8	67,8	27,36	27,36

щем направлении, изображение на экране может изменяться от горизонтального с соотношением сторон 2:1 до вертикального с соотношением 1:2.

В табл. 1-17 приведены основные технические показатели системы «Варио-70» для трех видов фильмокопий.

В 1966 г. по системе «Варио-70» на Киностудии им. М. Горького был снят короткометражный экспериментальный фильм «*Желаем успеха*» (режиссер И. Анненский, оператор А. Хвостов). Опыт, приобретенный во время производства этого фильма, был использован при постановке вариофильмов для показа в Советском павильоне на Всемирной выставке «ЭКСПО-70» в Осаке (Япония).

На выставке демонстрировались два варископических фильма с полиизображением. Кинокартина «*Молодость*», снятая на Центральной студии документальных фильмов (режиссер И. Грек, оператор И. Нижник) демонстрировалась на прямоугольном экране размером 11,8×10 *м*. Фильм «*Земля и небо*», сделанный на киностудии «Центрнаучфильм» (режиссеры К. Домбровский и М. Домбровская), был показан на ромбовидном экране высотой около 30 *м*.

КИНОАТТРАКЦИОНЫ

Технические средства кинематографа широко применяются на различных выставках как один из броских и привлекательных видов массовой информации. Наряду с использованием для этой цели типовых кинематографических систем для выставок создаются и специальные киноаттракционы. Они используются также в парках или других местах массового отдыха, как это было в США с известной «*Циркорамой*», созданной впервые в детском парке «Диснейленд», организованном Уолтом Диснеем.

Количество различных киноаттракционов велико, и, хотя многие из них отличаются оригинальностью технических решений, дать даже краткие сведения о всех невозможно. Приведем основные технические характеристики только некоторых киноаттракционов, нашедших наиболее широкое распространение и применявшихся неоднократно.

1. «ЦИРКОРАМА»

«Циркорама» по замыслу Уолта Диснея была создана как развлекательное зрелище для детского парка, является системой съемки и показа короткометражных фильмов в основном видового характера. В просмотровом зале «Циркорамы» нет сидячих мест для зрителей.

Фильм снимается на одиннадцати пленках и демонстрируется на замкнутом цилиндрическом экране, внутри которого расположены стоящие зрители. Для проекции изображения применяются одиннадцать 16-*мм* кинопроекторов. Весь экран разделен на одиннадцать равных частей, отделенных одна от другой черными вертикальными поло-

сами шириной около 15 *см*. Кинопроекторы размещены в аппаратной, окружающей кольцом экран и зрительный зал. Каждый кинопроектор, работающий синхронно и синфазно с остальными, показывает свою часть общего изображения на соответствующий выделенный участок цилиндрического экрана. Нечетное число пленок, кинопроекторов и частичных экранов в системе «Циркорама» позволяет установить каждый кинопроектор на противоположной стороне против центра соответствующего ему участка экрана и этим свести к минимуму геометрические искажения.

В первом театре «Циркорамы» зал имел диаметр 12 *м*, а общая длина цилиндрического экрана составляла около 38 *м*. Каждый из одиннадцати частичных экранов был размером 3,2×2,4 *м*.

Второй театр, построенный на Всемирной выставке в Брюсселе, немного отличался от первого. Диаметр его зала 13,5 *м*, длина экрана 42,6 *м* и высота 2,7 *м*. Ширина каждого из одиннадцати частичных экранов 3,6 *м*.

Съемочная установка состояла из одиннадцати 16-*мм* киносъемочных аппаратов, собранных на общей платформе так, что оптические оси объективов всех камер находились на одной высоте, располагались в одной плоскости и были направлены в разные стороны от общего центра.

Такая система обеспечивала круговую съемку с общим углом 360°. Оси объективов всех смежных аппаратов находились под углом 32°43'. Применялись съемочные объективы только с фокусными расстояниями 15 *мм*, у которых угол поля изображения несколько превышает нужную величину 32°43'. Доводка угла до указанной величины могла проводиться некоторым уменьшением ширины нормального 16-*мм* кадра (до 8,8 *мм* вместо 10,6 *мм*), что можно было сделать и в проекционных аппаратах.

Таким образом, сумма углов зрения съемочных аппаратов составляла 360°, а стыковка отдельных изображений не являлась проблемой, так как наличие черных разделительных полос между экранами маскирует небольшие несоответствия на стыках.

Звуковое оформление фильмов «Циркорамы» выполнялось по четырехканальной системе записи, а воспроизведение в кинотеатрах осуществлялось через расположенные равномерно за экранами громкоговорители. Магнитная фонограмма фильма на отдельной ленте читалась на фильмфонографе, работающем синхронно с кинопроекторами. Была предусмотрена возможность по ходу фильма при необходимости пользоваться отдельными группами громкоговорителей вместо равномерного распределения звучания по всему помещению.

В конце пятидесятых годов студией Диснея была выполнена модернизация системы «Циркорама» в связи со съемкой по заказу итальянской автомобильной компании «Фиат» специального фильма о прошлом и настоящем Италии и итальянского народа для показа на выставке в Турине, посвященной столетию объединения Италии. Модернизация коснулась как съемочной установки, так и способа показа фильма.

Применявшиеся в съемочной установке 16-*мм* камеры фирмы «Кодак» с объективами, имеющими фокусное расстояние 15 *мм*, были заменены 16-*мм* аппаратами «*Аррифлекс*» с объективами 12,5 *мм* фирмы «Тейлор-Гобсон», имеющими больший угол, чем в применявшихся ранее. Это позволило сократить количество киноаппаратов в установке до девяти вместо одиннадцати, сохранив суммарный угол съемки 360°. Новые объективы имели горизонтальный угол поля изображения 40° при нормальном размере кадра на 16-*мм* кинопленке и соответственно больший вертикальный угол, что существенно расширило общие изобразительные возможности системы.

Была произведена и перекомпоновка всей съемочной установки, позволившая несколько сократить ее размеры и одновременно уменьшить параллактические искажения на краях смежных изображений.

Таблица I-18

Основные технические показатели системы «Циркорама»

Параметры системы	Размеры
Ширина кинопленки, *мм*	16
Количество кинопленок	11
Размеры, *мм*:	
кадра в негативе	10,6×7,42
проецируемого участка	8,8×7,42
Площадь, *мм*²:	
кадра негатива	78,6
проецируемого участка	65,3
Соотношение сторон изображения:	
в негативе на одной кинопленке	1,4:1
проецируемого участка на одной кинопленке	1,2:1
Шаг кадра, *мм*	7,62
Номинальная частота, *кадр/с*	24
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	182,88
Вид фонограммы	Магнитная на отдельной ленте, нестереофоническая

Так как на выставке в Турине был построен зал большого размера, рассчитанный на тысячу зрителей, с экраном диаметром 30 *м* и длиной 94 *м*, потребовалось значительно увеличить световой поток каждого из кинопроекторов. Эта задача была решена печатью копий на 35-*мм* кинопленке и применением мощных стационарных 35-*мм* кинопроекторов.

В табл. I-18 приведены основные технические показатели системы «Циркорама» до модернизации.

2. «КРУГОВАЯ КИНОПАНОРАМА»

Советская система «Круговая кинопанорама» была первоначально разработана для Выставки достижений народного хозяйства СССР, где был построен специальный кинотеатр, успешно работающий и в настоящее время.

Основной отличительной особенностью «Круговой кинопанорамы», по сравнению с другими киноаттракционами, имеющими замкнутый цилиндрический экран, является применение двухъярусного киноэкрана, нижний пояс которого состоит из одиннадцати отдельных экранов прямоугольной формы, расположенных по внутренней поверхности цилиндра выше уровня глаз стоящих зрителей, а верхний — из одиннадцати экранов, имеющих форму трапеции. Верхний ряд экранов расположен по внутренней поверхности кольца усеченного конуса, нижний диаметр которого равен диаметру лежащего ниже цилиндрического экрана. Каждый частный экран отделен от соседних черными полосами, устраняющими необходимость точной стыковки смежных изображений. На рис. I-22 приведен общий вид театра «Круговой кинопанорамы» в разрезе (*а*) и фрагмент экрана (*б*).

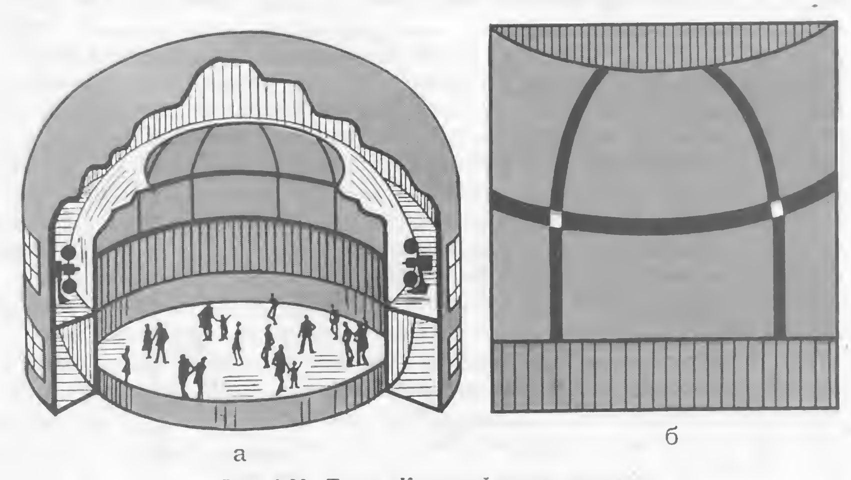


Рис. I-22. Театр «Круговой кинопанорамы»

Выбранная система экрана значительно расширяет изобразительные возможности системы, позволяя увеличить почти в два раза величину вертикального угла, под которым зритель видит общее изображение, и сочетать показ на нижнем и верхнем ярусах экрана.

Другой особенностью является применение для съемки и изготовления фильмокопий 35-*мм* пленки и нормального размера кадра. Увеличение площади изображения улучшило его качество и яркость. Для съемки фильмов «Круговой кинопанорамы» применяется специальная установка из одиннадцати киносъемочных аппаратов «Конвас-автомат», собранных на одном основании и имеющих общий привод для синхронно-синфазной работы.

Киносъемочные аппараты так установлены на общем основании, что углы между оптическими осями объективов всех смежных аппаратов равны 32°43′. Каждая кинокамера имеет постоянный объектив с фокусным расстоянием 35 *мм*, угол изображения которого при обычном формате кадра на 35-*мм* кинопленке близок к 35°, т. е. несколько больше угла между осями объективов смежных аппаратов. В результате, начиная с некоторого съемочного расстояния, на боковых участках поля изображения смежных объективов будут фиксироваться небольшие общие участки пространства. Для устранения этого при показе фильма крайние зоны изображения на пленке не проецируются на экраны и срезаются применением в кинопроекторах кадровых окон несколько меньшей ширины. Уменьшение проекционного окна приблизительно на 2 *мм* приводит величину угла поля изображения к необходимой — 32°43′.

Таким образом, общий полезно используемый угол поля изображения в горизонтальной плоскости при съемке и при проекции составляет 360°, а зрители, находящиеся в зале, полностью окруженном экраном, могут смотреть в любую сторону и чувствовать себя находящимися в центре происходящих событий.

Обычно короткая, двадцатиминутная, программа позволяет просматривать ее стоя, сохраняя зрителю полную свободу выбора направления наблюдения. Видовой или информационный характер фильмов, снимаемых по этой системе, не связан сложной фабулой игровой картины, что еще больше способствует свободной ориентации зрителей при просмотре. Опыт показывает, что зрители смотрят на различные участки окружающего их экрана, хотя большинство из них наблюдают изображение в определенном направлении.

Двадцать два стационарных 35-*мм* кинопроектора с ксеноновыми осветителями установлены в аппаратной, окружающей кольцом круглый просмотровый зал театра «Круговой кинопанорамы». Аппаратная расположена на таком уровне, что проекционные окна находятся в горизонтальной раме, отделяющей верхнюю, коническую, часть экрана от нижней, цилиндрической.

Все кинопроекторы расположены попарно одиннадцатью равномерно распределенными группами. Каждая пара помещена напротив обслуживаемых ею верхнего и нижнего частичных экранов. Кинопроекторы, работающие на нижние экраны, наклонены несколько вниз, а работающие на верхние экраны — вверх. Величина наклона такова, что оптические оси проекционных объективов проходят через центры соответствующих экранов.

Театр «Круговой кинопанорамы» на 300—500 зрителей имеет диаметр зала, а следовательно, и цилиндрической части экрана 17,3 *м*, чему соответствует полная длина кругового экрана 54 *м*. Размер каждого отдельного экрана в нижнем ярусе 4,9×3,5 *м*. Диаметр нижней части конического экрана также равен 17,3 *м*, а его верхний диаметр состав-

ляет 15 *м*. Каждый частичный экран верхнего яруса имеет форму трапеции с нижним основанием 4,9 *м* и верхним — 4,2 *м* при высоте 3,5 *м*.

Запись и воспроизведение звука производится по стереофоническому девятиканальному способу. Семь каналов из девяти обслуживают заэкранные группы громкоговорителей, восьмой канал питает группу громкоговорителей на потолке зала, а девятый — громкоговорители, находящиеся под полом и предназначенные для передачи отдельных звуковых эффектов.

Через несколько лет работы после накопления опыта эксплуатации кинотеатра и постановки кругорамных фильмов по предложению Е. Годовского и Б. Тимофеева была выполнена модернизация системы, заключающаяся в использовании при съемке на той же установке объективов с коэффициентом анаморфозы 0,5, но с такой их установкой, что изображения сжимаются не в горизонтальном, как в широкоэкранном кинематографе, а в вертикальном направлении. Применение вертикального анаморфирования позволило практически вдвое увеличить угол поля изображения объективов в вертикальной плоскости и, следовательно, в два раза увеличить высоту изображения на экранах, т. е. получить тот же эффект, который достигался использованием дополнительных одиннадцати кинопроекторов, работающих на верхний ярус экрана. Естественно, что используемые одиннадцать кинопроекторов снабжаются анаморфотными насадками на объективы, растягивающими при проекции изображение по вертикали. Кинопроекторы устанавливают без наклона, так как их уровень соответствует по высоте центру изображения, проецируемого одновременно на верхний и нижний частичные экраны, которые в этом случае могут не иметь между собой черной горизонтальной разделительной полосы.

Таблица I-19

Основные технические показатели системы «Круговая кинопанорама»

Параметры системы	Первоначальный вариант	После модернизации
Ширина кинопленки, *мм*	35	35
Количество кинопленок	22	11
Размеры на одной кинопленке, *мм*:		
кадра в негативе	22×16	22×16
проецируемого участка	18,7×15,2	18,7×15,2
Площадь, *мм*²:		
кадра негатива на одной кинопленке	352	352
проецируемого участка на одной кинопленке	284	284
Коэффициент анаморфирования	—	0,5 по вертикали
Шаг кадра, *мм*	19	19
Номинальная частота, *кадр/с*	25	25
Скорость движения кинопленки, *мм/с*	475	475
Расход кинопленки, на всех аппаратах, *м/мин*	627	313,5
Общий горизонтальный угол проекции, *град.*	360	360
Вид фонограммы	Магнитная девятиканальная	

В табл. I-19 приведены основные технические показатели обычной и модернизированной систем «Круговой кинопанорамы».

3. «СПЕЙСАРИУМ»

Система «*Спейсариум*» — киноаттракцион, разработанный для Всемирной выставки 1962 г. в Сиэттле (США) компанией «Синерама Камера Корпорейшн». Это одна из немногих доведенных до реализации систем, основанных на использовании для демонстрирования фильма экрана куполообразной формы.

Для показа на выставке был сделан короткометражный фильм «*Путешествие к звездам*», демонстрировавшийся в специально построенном кинотеатре на 700 зрителей с залом круглой формы, закрытым сверху куполом диаметром 23,8 *м* и высотой 11,9 *м*. Этот купол служил основой киноэкрана общей площадью 730 *м*², на который проецировался фильм специальным кинопроектором, стоящим в центре зала и направленным вверх.

Купол, как и пол зрительного зала, наклонен в одну сторону на 10°. Зрители смотрят фильм стоя, располагаясь за рядами перил, установленных восходящими ярусами. Направление наклона дает начальную ориентировку в главном направлении действия, хотя зрители видят происходящее вокруг себя со всех сторон и вверху, так как угол зрения на экран по горизонтали составляет 360°, а по вертикали 160°.

Фильм «Путешествие к звездам» целиком построен на различных сложных комбинированных и мультипликационных съемках, воспроизводящих обстановку полета в космосе. Для его съемки использовалась камера фирмы «Бенсон-Ленер» для 70-*мм* кинопленки, допускающая покадровые съемки, выполнение наплывов и обратный ход. Шаг кадра в камере равен десяти перфорациям, а форма кадра квадратная, но для показа фильма на куполообразный экран в кинопроекторе применено кадровое окно круглой формы.

Для системы «Спейсариум» фирма «Кэртис Оптикл» разработала специальный объектив с фокусным расстоянием 22,9 *мм* и относительным отверстием 1:2,2, пригодный как для съемки, так и для проекции.

Звуковое сопровождение фильма было стереофоническим шестиканальным, причем магнитные фонограммы находились на совмещенной 70-*мм* фильмоскопии.

Построенный кинотеатр после закрытия Всемирной выставки в Сиэттле остался там же экспонатом постоянной технической выставки, а для следующей Всемирной выставки в Нью-Йорке 1964 г. по этой системе был построен новый кинотеатр и снят фильм «*Путешествие к Луне и далее*». Он отличался только несколько пониженной частотой съемки и проекции — 18 *кадр/с* вместо 24 *кадр/с* в первом фильме.

РАЗДЕЛ II

КИНОСЪЕМОЧНЫЕ АППАРАТЫ

Киносъемочные аппараты можно разделить на типы по их назначению и на группы по формату используемой кинопленки.

В профессиональной кинематографии находят применение т р и типа аппаратов:

ручные аппараты, предназначенные для съемок в разнообразных условиях работы операторов хроникально-документальной и научно-популярной кинематографии и телевидения. В последние годы эти аппараты находят широкое применение также в производстве художественных фильмов, вытесняя во многих случаях камеры штативного типа. Отдельные модели ручных аппаратов пригодны для выполнения репортажных синхронных съемок;

аппараты для синхронных и натурных съемок, используемые в павильонах киностудий и на натуре, в основном при производстве художественных фильмов.

Павильонные аппараты отличаются низким уровнем шума, имеют синхронизированный привод с магнитофоном и предназначены для проведения звуковых съемок с записью чистовой фонограммы. В ряде случаев они имеют телевизионные визиры и позволяют осуществлять запись контрольного изображения на специальном видеомагнитофоне.

Аппараты для натурных съемок могут работать как с синхронным приводом, так и с приводом переменной скорости для съемки с повышенной или пониженной частотой. При синхронных съемках на натуре обычно записывают так называемую черновую фонограмму, облегчающую последующее озвучение и монтаж фильма;

специальные аппараты, применяемые для различных комбинированных, мультипликационных, ускоренных и замедленных киносъемок, а также для съемок с экрана кинескопа.

Почти все перечисленные разновидности киносъемочных аппаратов выпускаются для работы на кинопленках шириной 70, 35 и 16 *мм*.

Специфические требования, предъявляемые к аппаратам каждого типа, определяют их основные технические характеристики и эксплуатационные особенности.

В аппаратах для синхронных съемок в первую очередь принимаются меры для снижения уровня шума, используются малошумные конструкции грейферных и лентопротяжных механизмов, применяются антивибрационные конструкции корпусов, звукопоглощающие материалы и звукоизолирующие боксы.

Уровень шума, как и уровень интенсивности любого звука, принято выражать в логарифмических единицах — децибелах (*дБ*). Уровень интенсивности звука N определяют относительно стандартного нулевого уровня интенсивности $I_0 = 10^{-12}$ *Вт/м*^{2} и выражают уравнением $N = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ *дБ*, где I — интенсивность звука, уровень которого определяется.

Благодаря физиологическим особенностям слуха ощущение громкости не прямо пропорционально уровню интенсивности звука, а соответствует его логарифму.

Практически уровень шума современных аппаратов, предназначенных для синхронных съемок в павильонах, составляет 25—29 *дБ**

Натурные аппараты для 35-*мм* пленки имеют уровень шума 35—45 *дБ*, ручные более старых выпусков — 65—70 *дБ*, а новейшие — 35—50 *дБ*.

Для аналогичных типов аппаратов 16-*мм* формата уровни шума ниже указанных, а для камер, работающих на широкой, 65- и 70-*мм*, кинопленке, несколько выше.

Выдержка при экспонировании зависит от угла открытия обтюратора: чем больше угол, тем при прочих равных условиях больше и экспозиция. Кроме того, при больших углах открытия обтюратора меньше сказывается эффект мигания при съемке быстродвижущихся объектов. Отсюда стремление конструкторов к максимальному увеличению возможного угла открытия обтюратора.

Продолжительность экспозиции t зависит от частоты киносъемки n, величины угла открытия обтюратора α и может быть определена по формуле:

$$t = \frac{\alpha}{360} .$$

* По принятой в СССР методике акустических измерений определение уровня шума производится на расстоянии 1 *м* от плоскости кинопленки в канале съемочного аппарата по оси объектива и выше ее на 0,6 *м*, в то время как в США и странах Западной Европы при всех тех же условиях измерения принято расстояние 1 *м* отсчитывать не от плоскости пленки, а от поверхности передней линзы киносъемочного объектива, установленного в аппарате. По этой причине уровни шума, определенные этими двумя способами, отличаются друг от друга. Измерения по нашей методике при равном уровне шума дают несколько бо́льшую цифру и между результатами нет постоянного переходного коэффициента.

Таблица II-1

Время экспонирования в зависимости от частоты съемки и угла открытия обтюратора

Угол открытия обтюратора, *град.*	Частота съемки, *кадр/с*												
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
	Время экспонирования, *с*												
10	1/72	1/144	1/216	1/288	1/360	1/432	1/504	1/576	1/648	1/720	1/792	1/864	1/900
20	1/36	1/72	1/108	1/144	1/180	1/216	1/252	1/288	1/324	1/360	1/396	1/432	1/450
30	1/24	1/48	1/72	1/96	1/120	1/144	1/168	1/192	1/216	1/240	1/264	1/288	1/300
40	1/18	1/36	1/54	1/72	1/90	1/108	1/126	1/144	1/162	1/180	1/198	1/216	1/225
50	1/14	1/28	1/42	1/58	1/72	1/86	1/101	1/115	1/130	1/144	1/158	1/173	1/180
60	1/12	1/24	1/36	1/48	1/60	1/72	1/84	1/96	1/108	1/120	1/132	1/144	1/150
70	1/10	1/20	1/30	1/41	1/51	1/62	1/72	1/82	1/93	1/103	1/113	1/123	1/129
80	1/9	1/18	1/27	1/36	1/45	1/54	1/63	1/72	1/81	1/90	1/99	1/108	1/113
90	1/8	1/16	1/24	1/32	1/40	1/48	1/56	1/64	1/72	1/80	1/88	1/96	1/100
100	1/7	1/14	1/21	1/29	1/36	1/43	1/50	1/58	1/65	1/72	1/79	1/86	1/90
110	1/6	1/13	1/19	1/26	1/33	1/39	1/46	1/52	1/59	1/66	1/72	1/79	1/82
120	1/6	1/12	1/18	1/24	1/30	1/36	1/42	1/48	1/54	1/60	1/66	1/72	1/75
130	1/5	1/11	1/16	1/22	1/28	1/33	1/39	1/44	1/50	1/55	1/61	1/66	1/69
140	1/5	1/10	1/15	1/21	1/26	1/31	1/36	1/41	1/46	1/51	1/57	1/60	1/64
150	1/4	1/9	1/14	1/19	1/24	1/29	1/31	1/38	1/43	1/48	1/53	1/58	1/60
160	1/4	1/9	1/13	1/18	1/23	1/27	1/32	1/36	1/41	1/45	1/50	1/54	1/56
170	1/4	1/8	1/13	1/17	1/21	1/25	1/30	1/34	1/38	1/42	1/47	1/51	1/53
180	1/4	1/8	1/12	1/16	1/20	1/24	1/28	1/32	1/36	1/40	1/44	1/48	1/50
190	1/4	1/8	1/11	1/15	1/19	1/23	1/27	1/30	1/34	1/38	1/42	1/45	1/47
200	1/4	1/7	1/11	1/14	1/18	1/22	1/25	1/29	1/32	1/36	1/40	1/43	1/45
220	1/3	1/7	1/10	1/13	1/16	1/20	1/23	1/26	1/29	1/32	1/36	1/39	1/41
240	1/3	1/6	1/9	1/12	1/15	1/18	1/21	1/24	1/27	1/30	1/33	1/36	1/37

Таблица II-2

Время экспонирования в зависимости от частоты съемки и угла открытия обтюратора

Угол открытия обтюратора, *град.*	Частота съемки, *кадр/с*										
	24	30	40	50	60	80	100	120	160	200	240
	Время экспонирования, *с*										
10	1/864	1/1080	1/1440	1/1800	1/2160	1/2880	1/3600	1/4320	1/5760	1/7200	1/8640
20	1/432	1/540	1/720	1/900	1/1080	1/1440	1/1800	1/2160	1/2880	1/3600	1/4320
30	1/288	1/360	1/480	1/600	1/720	1/960	1/1200	1/1440	1/1920	1/2400	1/2880
40	1/216	1/270	1/360	1/450	1/540	1/720	1/900	1/1080	1/1440	1/1800	1/2160
50	1/173	1/216	1/288	1/360	1/433	1/576	1/720	1/864	1/1152	1/1440	1/1728
60	1/144	1/180	1/240	1/300	1/360	1/480	1/600	1/720	1/960	1/1200	1/1440
70	1/123	1/154	1/206	1/257	1/308	1/411	1/514	1/617	1/822	1/1028	1/1234
80	1/108	1/135	1/180	1/225	1/270	1/360	1/450	1/540	1/720	1/900	1/1080
90	1/96	1/120	1/160	1/200	1/240	1/320	1/400	1/480	1/640	1/800	1/960
100	1/86	1/108	1/144	1/180	1/216	1/288	1/360	1/432	1/576	1/720	1/864
110	1/79	1/98	1/131	1/163	1/196	1/261	1/326	1/392	1/523	1/654	1/785
120	1/72	1/90	1/120	1/150	1/180	1/240	1/300	1/360	1/480	1/600	1/720
130	1/66	1/83	1/110	1/138	1/166	1/221	1/276	1/332	1/443	1/553	1/665
140	1/60	1/77	1/102	1/128	1/154	1/205	1/256	1/308	1/411	1/514	1/617
150	1/58	1/72	1/96	1/120	1/144	1/192	1/240	1/288	1/384	1/480	1/576
160	1/54	1/67	1/90	1/112	1/134	1/180	1/224	1/268	1/360	1/450	1/540
170	1/51	1/63	1/84	1/105	1/126	1/169	1/210	1/252	1/338	1/423	1/508
180	1/48	1/60	1/80	1/100	1/120	1/160	1/200	1/240	1/320	1/400	1/480
190	1/45	1/57	1/76	1/95	1/114	1/152	1/189	1/227	1/303	1/379	1/454
200	1/43	1/54	1/72	1/90	1/108	1/144	1/180	1/216	1/288	1/360	1/432
220	1/39	1/49	1/65	1/82	1/98	1/131	1/164	1/196	1/262	1/327	1/393
240	1/36	1/45	1/60	1/75	1/90	1/120	1/150	1/180	1/240	1/300	1/360

В табл. II-1 и II-2 приведены величины времени экспонирования в зависимости от угла открытия обтюратора и частоты съемки в пределах от 2 до 240 *кадр/с*.

Устойчивость изображения, или «*стояние кадра*», т. е. повторяемость расположения изображений отдельных кадров на пленке относительно ее перфораций и края, зависит от конструкции грейферного механизма и фильмового канала аппарата. Как правило, синхронные, натурные и наиболее совершенные ручные съемочные аппараты имеют сложные грейферные механизмы с контргрейферами и обеспечивают высокую устойчивость изображения с отклонениями не более 0,01 *мм*. Для ручных аппаратов без контргрейфера эта величина может достигать 0,02 *мм*, а камеры, предназначенные для комбинированных съемок в несколько экспозиций, обеспечивают повышенную устойчивость изображения 0,005—0,008 *мм*.

Удобство наблюдения за компоновкой изображения в кадре при съемке — обязательное требование к любому современному киносъемочному аппарату. В связи с этим наибольшее распространение нашли беспараллаксные системы визирования, основанные на использовании зеркального обтюратора и позволяющие рассматривать через лупу на матовом стекле изображение, построенное съемочным объективом, и производить фокусировку. При этом видимый размер кадра постоянен и не зависит от фокусного расстояния применяемого съемочного объектива. Некоторым недостатком таких систем визирования является уменьшение яркости при диафрагмировании и необходимость рассматривать изображение в лупу одним глазом, что затруднительно при быстром панорамировании или движении камеры.

Следует отметить, что применение объективов с переменным фокусным расстоянием возможно только при беспараллаксном визировании, так как ни одна другая система визира не позволяет плавно изменять угол зрения соответственно изменению фокусного расстояния объектива.

На рис. II-1 приведена типичная схема беспараллаксного визира с зеркальным обтюратором, на которой *1* — съемочный объектив; *2* — кадровое окно аппарата; *3* — зеркальный обтюратор; *4* — матированная поверхность прямоугольной призмы *5*; *6* — лупа, в которую рассматривается изображение.

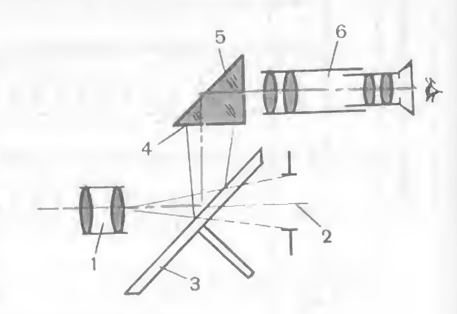


Рис. II-1. Схема беспараллаксного визира с зеркальным обтюратором

Приставные оптические визиры позволяют рассматривать изображение двумя глазами с некоторого расстояния, что удобно при быстрых движениях камеры, но имеют параллакс по отношению к изображению, даваемому съемочным объективом, который обычно исправляется автоматически при фокуси-

Таблица II-3

Расход 70-*мм* кинопленки, *м* в зависимости от времени и частоты съемки

Время, с	Частота съемки, *кадр/с*											
	2	4	8	12	16	20	22	24	32	48	64	96
1	0,048	0,095	0,190	0,285	0,38	0,475	0,522	0,57	0,76	1,14	1,52	2,28
2	0,095	0,190	0,380	0,570	0,76	0,950	1,045	1,14	1,52	2,28	3,04	4,56
3	0,142	0,285	0,570	0,855	1,14	1,425	1,568	1,71	2,28	3.42	4,56	6,84
4	0,190	0,380	0,760	1,140	1,52	1,90	2,090	2,28	3,04	4,56	6,08	9,12
5	0,238	0,475	0,950	1,425	1,90	2,375	2,612	2,85	3,80	5,70	7,60	11,40
10	0,475	0,950	1,900	2,850	3,80	4,750	5,225	5,70	7,60	11,40	15,20	22,80
15	0,712	1,425	2,850	4,275	5,70	7,125	7,838	8,55	11,40	17,10	22,80	34,20
20	0,950	1,900	3,800	5,70	7,60	9,50	10,450	11,40	15,20	22,80	30,40	45,60
30	1,425	2,850	5,70	8,55	11,40	14,25	15,675	17,10	22,80	34,20	45,60	68,40
40	1,90	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	20,90	22,80	30,40	45,60	60,80	91,20
50	2,375	4,750	9,50	14,25	19,00	23,75	26,12	28,50	38,00	57,00	76,00	114,0
60	2,850	5,70	11,40	17,10	22,80	28,50	31,35	34,20	45,60	68,40	91,20	136,8

ровании съемочного объектива, но только для плоскости наводки. Размер изображения, видимого в таких визирах, уменьшается с увеличением фокусного расстояния съемочного объектива и поэтому приставные визиры не могут использоваться с объективами переменного фокуса.

На рис. II-2 приведена принципиальная схема одного из наиболее распространенных приставных визиров, на которой *1* — объектив визира; *2* — коллективная линза с матированной плоской поверхностью, на которой объектив строит изображение; *3* — длиннофокусный окуляр, через который с увеличением рассматривается изображение; *4* — призменная оборачивающая система типа Порро, позволяющая видеть изображение неперевернутым, и *5* — дополнительная афокальная насадка, применяемая для увеличения угла зрения визира при использовании короткофокусных съемочных объективов.

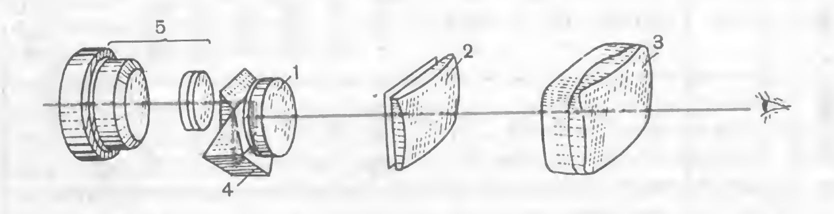


Рис. II-2. Схема приставного визира

Учитывая указанные выше особенности различных типов визиров, во многих съемочных аппаратах применяют одновременно беспараллаксные и приставные визиры, используя их по мере надобности.

В профессиональных ручных 16-*мм* киносъемочных аппаратах все чаще встречаются устройства для автоматической или полуавтоматической установки величины экспозиции. Они основаны на измерении при помощи фотоэлементов или фоторезисторов интегральной яркости построенного съемочным объективом изображения снимаемого объекта или его центральной части. Яркость изображения доводится до значения, соответствующего правильной экспозиции при выбранной светочувствительности кинопленки и частоте съемки, путем ручного или автоматического изменения величины действующего отверстия съемочного объектива. При ручном управлении это достигается установкой видимой в визире камеры стрелки экспонометра в определенное положение вращением кольца диафрагмы съемочного объектива.

Применение при репортажных съемках в кино и телевидении обращаемых цветных и черно-белых кинопленок, имеющих малую фотографическую широту, сделало особенно актуальным оснащение камер такими экспонометрическими устройствами.

В профессиональной кинематографии наиболее распространена кинопленка шириной 35 *мм*, на ней снимается подавляющее большинство художественных, документальных и научно-популярных фильмов и киножурналов. Телевидение также снимает часть своих картин на 35-*мм* пленке. Поэтому киносъемочные аппараты этого формата наиболее часто используются киностудиями.

Узкопленочные 16-*мм* камеры основное применение находят в телевидении, для репортажных сьемок и производства фильмов, а также в научной кинематографии и кинолюбительской практике. Во многих странах на 16-*мм* пленке снимают документальные, научные и рекламные фильмы.

В табл. II-3, II-4 и II-5 приведены сведения о расходе кинопленок шириной 70, 35 и 16 *мм* при различной частоте и продолжительности съемки.

Таблица II-4

Расход 35-*мм* кинопленки (*м*) в зависимости от времени и частоты съемки

Время, *с*	Частота съемки, 2	4	8	12	16	20	24	25
1	0,038	0,076	0,152	0,228	0,304	0,38	0,456	0,475
2	0,076	0,152	0,304	0,456	0,608	0,76	0,912	0,950
3	0,114	0,228	0,456	0,684	0,912	1,14	1,368	1,425
4	0,152	0,304	0,608	0,912	1,216	1,52	1,824	1,900
5	0,190	0,380	0,760	1,14	1,52	1,90	2,280	2,375
10	0,380	0,760	1,520	2,28	3,04	3,80	4,56	4,75
15	0,570	1,140	2,280	3,42	4,56	5,70	6,84	7,12
20	0,760	1,520	3,040	4,56	6,08	7,60	9,12	9,5
30	1,140	2,280	4,560	6,84	9,12	11,40	13,68	14,25
40	1,520	3,040	6,080	9,12	12,16	15,20	18,24	19,00
50	1,900	3,800	7,600	11,40	15,20	19,00	22,80	23,75
60	2,280	4,560	9,120	13,68	18,24	22,80	27,36	28,50

Время, *с*	*кадр/с* 32	48	64	96	120	160	200	240	300
1	0,608	0,912	1,216	1,824	2,28	3,04	3,80	4,56	5,7
2	1,216	1,824	2,432	3,648	4,56	6,08	7,60	9,12	11,4
3	1,824	2,736	3,648	5,472	6,84	9,12	11,4	13,68	17,1
4	2,432	3,648	4,864	7,296	9,12	12,16	15,2	18,24	22,8
5	3,040	4,560	6,080	9,12	11,40	15,20	19,0	22,80	28,5
10	6,08	9,12	12,16	18,24	22,80	30,40	38,0	45,60	57,0
15	9,12	13,68	18,24	27,36	34,20	45,60	57,0	68,40	85,5
20	12,16	18,24	24,32	36,48	45,6	60,8	76,0	91,20	114,0
30	18,24	27,36	36,48	54,72	68,4	91,2	114,0	136,8	171,0
40	24,32	36,48	48,64	72,96	91,2	121,6	152,0	182,4	228,0
50	30,40	45,60	60,80	91,20	114,0	152,0	190,0	228,0	285,0
60	36,48	54,72	72,96	109,44	136,8	182,4	228,0	273,6	342,0

Таблица II-5

Расход 16-*мм* кинопленки, *м* в зависимости от времени и частоты съемки

Время, *с*	Частота съемки, *кадр/с*							
	2	4	8	12	16	20	24	25
1	0,015	0,030	0,061	0,091	0,122	0,152	0,183	0,190
2	0,030	0,061	0,122	0,183	0,244	0,304	0,365	0,381
3	0,046	0,091	0,183	0,274	0,366	0,457	0,549	0,572
4	0,061	0,122	0,244	0,365	0,488	0,609	0,732	0,762
5	0,076	0,152	0,305	0,457	0,609	0,762	0,914	0,952
10	0,152	0,305	0,610	0,914	1,219	1,524	1,83	1,90
15	0,229	0,457	0,914	1,372	1,829	2,29	2,74	2,86
20	0,305	0,610	1,219	1,829	2,438	3,05	3,66	3,81
30	0,457	0,914	1,829	2,74	3,658	4,57	5,49	5,72
40	0,610	1,219	2,438	3,66	4,877	6,10	7,32	7,62
50	0,762	1,524	3,048	4,57	6,096	7,62	9,14	9,52
60	0,914	1,829	3,658	5,49	7,315	9,14	10,97	11,43

Время, *с*	Частота съемки, *кадр/с*								
	32	48	64	96	120	160	200	240	300
1	0,244	0,365	0,488	0,732	0,914	1,219	1,524	1,828	2,286
2	0,488	0,732	0,975	1,462	1,828	2,438	3,048	3,658	4,57
3	0,732	1,097	1,463	2,195	2,743	3,658	4,572	5,486	6,86
4	0,975	1,462	1,952	2,926	3,658	4,877	6,096	7,315	9,14
5	1,219	1,829	2,438	3,658	4,572	6,096	7,620	9,144	11,43
10	2,438	3,66	4,876	7,315	9,144	12,19	15,24	18,28	22,86
15	3,66	5,49	7,32	10,97	13,72	18,29	22,86	27,43	34,29
20	4,88	7,32	9,75	14,63	18,28	24,36	30,48	36,57	45,72
30	7,32	10,97	14,63	21,95	27,43	36,58	45,72	54,86	68,58
40	9,75	14,63	19,52	29,26	36,57	48,73	60,96	73,15	91,44
50	12,19	18,29	24,38	36,58	45,72	60,96	76,20	91,44	114,30
60	14,63	21,95	29,26	43,89	54,86	73,15	91,44	109,73	137,16

АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ НА 35-ММ КИНОПЛЕНКЕ

РУЧНЫЕ КИНОСЪЕМОЧНЫЕ АППАРАТЫ

Ручные киносъемочные аппараты, применявшиеся ранее почти исключительно для репортажных съемок кинохроники, находят все более широкое распространение в различных отраслях кинематографа, включая производство игровых художественных фильмов. Во многих случаях у некоторых операторов ручная камера становится основной для съемки всего фильма.

Естественно, что расширение области применения ручного аппарата привело к некоторому изменению требований к ряду его технических показателей, что уже нашло отражение в наиболее современных камерах этого типа. Существенно уменьшился уровень шума, улучшилась устойчивость изображения, расширилось применение объективов с переменным фокусным расстоянием и изменился ряд других технических показателей. Для удовлетворения тех или других специфических требований многие фирмы выпускают ручные камеры в виде нескольких моделей, отличающихся только отдельными показателями, на базе одной основной конструкции.

1. АППАРАТ «КОНВАС-АВТОМАТ», МОДЕЛИ 1КСР И 1КСРШ («Москинап», СССР)

Отдельные модели этого аппарата отличаются в основном комплектацией: первая — предназначена исключительно для съемки обычных фильмов, а вторая — также и широкоэкранных. Соответственно первая модель комплектуется обычными объективами и лупой, а вторая — кроме того, анаморфотными объективами, кронштейном с компендиумом и дезанаморфирующей лупой.

На рис. II-3 показан общий вид аппарата «Конвас-автомат», модель 1КСР, и схема зарядки кинопленки*, одинаковая для всех моделей.

Лентопротяжный механизм. Односторонний однозубый грейфер транспортирует кинопленку при частоте съемки от 8 до 32 *кадр/с* только вперед и обеспечивает устойчивость изображения в пределах до

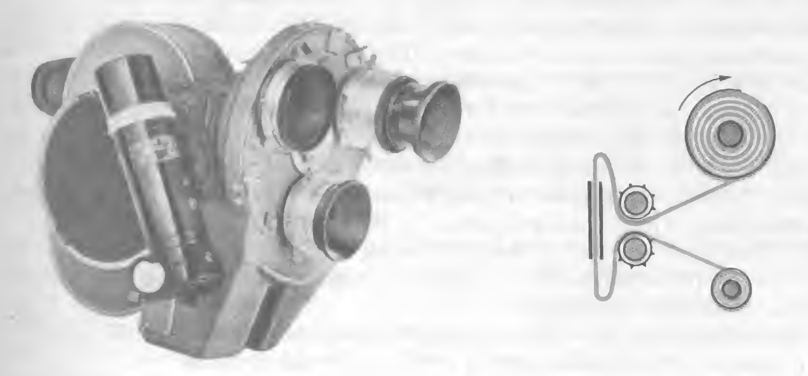


Рис. II-3. Киносъемочный аппарат «Конвас-автомат»

* Здесь и далее, где приведены два рисунка, слева — общий вид киноаппарата, справа — схема зарядки кинопленки.

0,02 *мм*. Передняя рамка фильмового канала — сменная, для съемки обычных фильмов — с кадровым окном 16×22 *мм* и для широкоэкранных — с окном 18,7×22 *мм*. Задняя подпружиненная рамка фильмового канала находится в кассете, где размещены два зубчатых барабана, транспортирующих пленку. Механизм кассеты автоматически сцепляется с механизмом камеры при вставлении кассеты в аппарат. Покадровая съемка возможна при установке аппарата на штативе и использовании ручного привода. Один оборот ручки соответствует съемке одного кадра.

Обтюратор зеркальный однолопастный из легкой пластмассы, имеет постоянный угол открытия 150°. Зеркальная поверхность алюминирована методом катодного распыления и имеет высокий коэффициент отражения.

Система визирования через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора обеспечивает получение беспараллаксного изображения на матовом стекле и постоянство его размера при любых фокусных расстояниях съемочных объективов, что особенно важно при работе с объективами переменного фокусного расстояния и телеобъективами. Изображение на матовом стекле при съемке обычных фильмов рассматривают через лупу с увеличением 6×, при съемке широкоэкранных — через специальную дезанаморфирующую лупу с увеличением в горизонтальном направлении 7×, а в вертикальном 3,5×. Это позволяет оператору видеть недеформированное изображение с соотношением сторон широкоэкранного кадра. Окуляры обеих луп имеют корректировку по глазу в пределах $\pm 5D$.

Объективы смонтированы в оправах байонетного типа и устанавливаются в гнезда поворотной турели по три одновременно. Поворотом турели любой из них переводится в рабочее положение.

Объективы с переменным фокусным расстоянием, анаморфотные и длиннофокусные устанавливаются в аппарат по одному и поддерживаются специальным кронштейном. При этом турель фиксируется для жесткости в постоянном положении специальной заглушкой, вставляемой в одно из свободных гнезд турели. На оправе каждого объектива имеются кольца для наводки на фокус с индивидуальной шкалой дистанций и для управления диафрагмой. Фокусирование можно производить также по резкости изображения на матовом стекле, рассматриваемого в лупу одновременно с визированием.

Все объективы, кроме анаморфотных, снабжены индивидуальными круглыми светозащитными блендами и навинчивающимися на оправу круглыми светофильтрами.

С анаморфотными объективами применяют приставной компендиум с прямоугольной блендой и фильтродержателями.

В аппарате можно использовать объективы с фокусными расстояниями от 18 до 300 *мм* и объективы, имеющие фокусные расстояния 50 и 75 *мм*, с анаморфотной насадкой типа НАС 4-1. Кроме того, можно использовать различные объективы с переменным фокусным расстоянием.

Кассеты полуторные емкостью 60 и 120 *м* кинопленки. С заряженной заранее кинопленкой вставляются в аппарат одним движением, автоматически сцепляются с механизмом камеры и фиксируются в нужном положении, что делает перезарядку аппарата мгновенной. Каждая кассета имеет указатель количества оставшейся в ней неэкспонированной кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока мощностью 16 *Вт* на валу на напряжение 6—8 *В* обеспечивает работу аппарата с частотой от 8 до 32 *кадр/с*. Регулировка числа оборотов производится реостатом на самом двигателе, а частота съемки контролируется по тахометру, установленному на аппарате и проградуированному в количестве кадров в секунду. Электропитание двигателя осуществляется от портативной батареи серебряно-цинковых аккумуляторов емкостью 15 *А/ч*.

Размеры: 400×200×240 *мм* (модель 1КСР); 580×230×250 *мм* (модель 1КСРШ с анаморфотной оптикой).

Аппарат весит 5,4 *кг* (1КСР); 7,5 *кг* (1КСРШ).

2. МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ АППАРАТ «КОНВАС-АВТОМАТ», МОДЕЛИ 1КСР-1М И 1КСР-2М («МОСКИНАП», СССР)

Проведенная модернизация аппарата «Конвас-автомат» была направлена в первую очередь на снижение уровня шума и повышение его надежности. Значительное усовершенствование электроприводов и создание малогабаритных аккумуляторов позволило полностью отказаться от применения других видов привода и тем самым существенно упростить кинематику аппарата. При сохранении основной схемы механизма и хорошо зарекомендовавших себя узлов грейфера, обтюратора и кассет существенно переработана конструкция механизма с заменой прямозубых передач на более малошумные системы передачи движения.

Аппарат снабжен д в у м я сменными электроприводами. О д и н предназначен для репортажных съемок и питается от батареи легких аккумуляторов через специальное питающее устройство, позволяющее получить стабилизированные частоты съемки 8, 12, 16, 24 и 32 *кадр/с*; в т о р о й используется при проведении синхронных съемок и питается от сети переменного тока.

Система беспараллаксного визирования через съемочный объектив с использованием зеркального однолопастного обтюратора с постоянным углом открытия 150° позволяет применять на аппарате любые объективы с переменным и постоянным фокусным расстоянием. Кассеты быстросменные емкостью 60 и 120 *м* кинопленки.

На базе проведенной модернизации механизма и привода выпускаются д в е модели аппарата. О д н а из них 1КСР-1м — имеет турель для одновременной установки трех объективов с постоянными или одного объектива с переменным фокусным расстоянием и предназначена для репортажных работ. В т о р а я — 1КСР-2м — с гнездом для

одного объектива рассчитана на использование в художественной кинематографии, а при дальнейшем улучшении качества объективов с переменным фокусным расстоянием может стать основной для всех видов съемки.

Схема зарядки и прохождения кинопленки во всех моделях аппарата «Конвас-автомат» осталась неизменной.

3. АППАРАТЫ «АРРИФЛЕКС» НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ 35-2С (ФИРМА АРРИ, ФРГ)

На основе базовой модели 35-2С фирма выпускает несколько разновидностей ручного киносъемочного аппарата «Аррифлекс», одного из самых распространенных во многих странах.

АППАРАТ «АРРИФЛЕКС», МОДЕЛЬ 35-2С (РИС. II-4)



Рис. II-4. Киносъемочный аппарат «Аррифлекс», модель 35-2С

Лентопротяжный механизм. Однозубый односторонний грейфер кулачкового типа при длинных направляющих фильмового канала и прецизионном выполнении механизма обеспечивает хорошую устойчивость изображения при частотах съемки от 6 до 50 *кадр/с*. Транспортирующие кинопленку подающий и принимающий зубчатые барабаны размещены в каждой кассете, механизм которой соединяется с механизмом аппарата автоматически. На всем пути пленка движется в камере в одной плоскости. Нормальная работа аппарата обеспечивается при температуре от −25 до +40°С. Покадровая и цейтраферная съемки возможны с применением специального приводного устройства.

Обтюратор зеркальный однолопастный с постоянным углом открытия 180°.

Система визирования через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора позволяет видеть без параллакса на матовом стекле изображение снимаемого объекта. Видимый размер изображения постоянен и не зависит от фокусного расстояния объектива. Ограничение поля на матовом стекле в соответствии с желаемым форматом кадра — обычный, широкоэкранный, кашетированный, «Технископ» и т. п. — достигается применением сменных ограничивающих кашет. Изображение на матовом стекле рассматривают через лупу с увеличением 6,5×, снабженную автоматическим световым замком, предохраняющим кинопленку от засветки через окуляр. Расположение и конструкция лупы позволяют смотреть в нее как левым, так и правым глазом.

Объективы обычные и анаморфотные различных фокусных расстояний, смонтированные в байонетных оправах типа «Аррифлекс». Обычные объективы относительно небольшого размера и веса, начиная с фокусного расстояния 9,8 *мм*, устанавливаются по три в гнезда поворотной турели. Объективы с переменным фокусным расстоянием, анаморфотные и длиннофокусные устанавливаются по одному и поддерживаются кронштейном. На объективах можно применять индивидуальные светозащитные бленды и светофильтры или использовать специальный компендиум с прямоугольной раздвижной или жесткой блендой и держателями для прямоугольных светофильтров. Компендиум крепится на аппарате и не мешает пользоваться поворотной турелью с установленными на ней объективами.

Фокусирование осуществляется по индивидуальным шкалам дистанций на оправах объективов или по резкости изображения, видимого в лупу на матовом стекле. Управление объективами переменного фокусного расстояния может быть дистанционным при помощи соответствующих микродвигателей.

Кассеты полуторные емкостью 60 и 120 *м* кинопленки. Имеют указатели количества оставшейся кинопленки.

Электропривод. Основным является электродвигатель постоянного тока на напряжение 12—16 *В*, выполненный в виде рукоятки аппарата и допускающий регулировку частоты съемки от 8 до 50 *кадр/с*. Кроме того, можно использовать следующие виды электроприводов:

двигатель постоянного тока со стабилизированной частотой съемки 24 *кадр/с*;

синхронные электродвигатели 220 *В*; 50 *Гц* — для частот съемки 24 и 25 *кадр/с* или 110 *В*, 60 *Гц* — для 24 *кадр/с*;

двигатели постоянного тока 24 *В* — для работы с звукозаглушающим боксом и синхронный двигатель — при питании от сети переменного тока для съемок с частотой 24 *кадр/с*;

устройство для цейтраферных съемок с частотой от одного кадра в 4 *с* до одного кадра в 3 *ч* для мультипликационных съемок — от покадровой до 86 *кадр/мин*. Двигатели постоянного тока питаются от портативных батарей емкостью 3,5 или 7,5 *А/ч*.

Размеры аппарата с компендиумом, тремя объективами, электродвигателем и кассетой на 60 *м* кинопленки: 380×200×400 *мм*.

Аппарат без кинопленки весит 5,5 *кг*.

АППАРАТ «АРРИФЛЕКС», МОДЕЛЬ 35-2CBV

Отличается от базовой модели 35-2С наличием зеркального обтюратора с переменным углом открытия от 0 до 165°.

АППАРАТ «АРРИФЛЕКС», МОДЕЛЬ 35-2CGS

Отличается от базовой модели наличием устройства для синхронной стартовой разметки изображения и фонограммы, а также приме-

нением специального тахометра-генератора, подающего сигналы для синхронизации изображения и фонограммы при использовании метода «пилот-тон». Может быть применен при частоте питающей сети 50 и 60 *Гц*.

АППАРАТ «АРРИФЛЕКС», МОДЕЛЬ 35-2CHS

Предназначен для съемок с повышенной частотой до 80 *кадр/с*, для чего имеет специально сбалансированный лентопротяжный механизм и электродвигатель постоянного тока на напряжение 32 *В*.

АППАРАТ «АРРИФЛЕКС», МОДЕЛЬ 35-2СТ

Предназначен для съемок на формат кадра по системе «Технископ» (см. раздел I «Системы кинематографа») с шагом в две перфорации, для чего снабжен соответствующим грейферным механизмом. На матовом стекле в визире нанесены границы изображения, соответствующие формату кадра «Технископ».

Звукозаглушающие боксы к аппаратам «Аррифлекс» применяются при синхронных съемках. Фирма выпускает два вида таких боксов для использования с кассетами емкостью до 120 и 300 *м* кинопленки, которые соответственно называются «Blimp 120» и «Blimp 300».

Конструкция боксов позволяет легко устанавливать в них съемочные аппараты и управлять ими во время съемки. Для привода аппарата в боксе применяется специальный синхронный электродвигатель переменного тока. Оптическая система для наблюдения за изображением на матовом стекле камеры выведена на заднюю стенку бокса.

Бокс для аппарата с 60- и 120-*м* кассетами имеет размеры 690×360×440 *мм*. Без камеры, синхронного электродвигателя и компендиума весит 21,3 *кг*; компендиум — 1,2 *кг*; электродвигатель — 3,4 *кг*. Камера в комплектации для установки в бокс без кассеты весит 2,3 *кг*.

Бокс для аппарата с 300-*м* кассетами имеет размеры 530×790× ×880 *мм*. В рабочем состоянии с камерой и двигателем весит 52 *кг*.

4. АППАРАТ «АРРИФЛЕКС 35-BL» (ФИРМА АРРИ, ФРГ)

Аппарат «Аррифлекс 35-BL» (рис. II-5) рассчитан для работы с опорой на плечо. Такое решение позволило, не обременяя оператора, увеличить вес, что было необходимо в связи с введением в аппарат ряда усовершенствований, в первую очередь связанных со снижением уровня шума для проведения синхронных съемок при сохранении маневренности, свойственной ручным камерам.

Лентопротяжный механизм. Двусторонний грейфер, ведущий кинопленку за две перфорации с каждой стороны, и двузубый контргрейфер позволяют производить съемку с частотой от 24 до 90 *кадр/с* при прямом и обратном ходе. Транспортирование кинопленки в аппарате двухпоточное, так как подающая и принимающая кассеты расположены

соосно позади камеры. Нормальная работа обеспечивается при температуре от −20 до +40°С.

Обтюратор зеркальный с углом открытия 180°. При выключении приводного электродвигателя он автоматически останавливается в положении «свет на визир».

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и лупы с увеличением 6,5×. Для удобства наблюдения при различных положениях камеры окулярная часть лупы поворачивается в вертикальной плоскости от горизонтального положения, параллельного оси съемочного объектива, на 90° вверх и на 30° вниз. При этом в любом положении сохраняется неизменным видимое положение изображения. Предусмотрена корректировка окуляра лупы по глазу оператора в пределах ±5*D*.

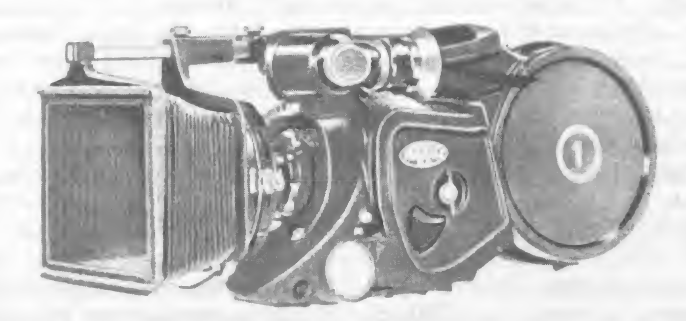


Рис. II-5. Киносъемочный аппарат «Аррифлекс 35-BL»

Объективы обычные и анаморфотные различных фокусных расстояний в оправах байонетного типа, принятого в камерах «Аррифлекс». Они устанавливаются по одному в гнездо на передней стенке аппарата. В качестве светозащитного устройства применяется компендиум с прямоугольной раздвижной светозащитной блендой в виде меха. Предусмотрена возможность одновременной установки двух светофильтров размером 75×75 *мм* и поляризационного вращающегося фильтра. Объективы с переменным фокусным расстоянием и телеобъективы для увеличения жесткости поддерживаются специальными кронштейнами. Управление объективами переменного фокусного расстояния дистанционное при помощи малогабаритных электродвигателей, которые изменяют фокусное расстояние, диафрагму и производят наводку на резкость.

Кассеты коаксиальные на 120 *м* кинопленки. Предусмотрена также возможность установки 300-*м* кассет.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока при съемке с частотой 24 и 25 *кадр/с* питается от батарей напряжением 12 *В* и стабилизируется кварцевым генератором для обеспечения синхронности с магнитофоном. Для синхронизации по методу «пилот-тон» от камеры

подаются импульсы, соответствующие частотам съемки 24 и 25 *кадр/с* и частотам питания 50 и 60 *Гц*. Для съемок с повышенной частотой до 90—100 *кадр/с* применяется батарея напряжением 36 *В*. Потребляемая мощность изменяется от 30 *Вт* при 24 *кадр/с* до 200 *Вт* при 100 *кадр/с*.

Приборы контроля. Тахометр проградуирован до 100 *кадр/с*. Счетчики расхода кинопленки показывают ее количество в метрах и футах. При нарушении синхронности в визире появляется предупреждающий сигнал.

Особые характеристики. Уровень шума камеры: без дополнительного боксирования на расстоянии 1 *м* от передней линзы объектива около 39 *дБ*; при объективе переменного фокусного расстояния без бокса на расстоянии 1 *м* от его передней линзы около 35 *дБ*; с обычным боксом для объективов от 16 до 85 *мм* или специальным боксом для объектива с переменным фокусным расстоянием около 32 *дБ* на расстоянии 1 *м* от окна бокса; в специальном боксе для синхронных съемок в павильонах киностудий около 21 *дБ* на расстоянии 1 *м* от переднего застекленного окна бокса. В таких боксах могут применяться как 120- так и 300-*м* кассеты.

Размеры: 490×270×225 *мм*.

Аппарат в рабочем состоянии без бокса весит около 10 *кг*.

5. АППАРАТЫ «КАМЕФЛЕКС», МОДЕЛИ СМЗВ-35 И СМЗВ-16/35 (ФИРМА «ЭКЛЕР», ФРАНЦИЯ)

Аппарат модели СМЗВ-35 (рис. II-6) предназначен только для 35-*мм* кинопленки, а модель СМЗВ-16/35 позволяет быстро переходить к съемке на 35- или 16-*мм* кинопленке путем несложных манипуляций, занимающих несколько секунд. В остальном обе модели идентичны.

Лентопротяжный механизм. Грейферный механизм типа храповика с подпружиненным двусторонним для 35-*мм* пленки и односторонним для 16-*мм* пленки грейфером совершает возвратно-поступательные движения, перемещая пленку в фильмовом канале только вперед, и может обеспечить съемку с частотой до 48 *кадр/с*. Большая длина направляющих фильмового канала позволяет получить достаточно высокую степень постоянства положения изображения. Транспортирование 16-*мм* кинопленки осуществляется по центру 35-*мм* тракта, а в кадровое окно вставляется специальная кашета с отверстием, соответствующим размерам и расположению 16-*мм* кадра. Механизмы равномерного транспортирования пленки размещены непосредственно в каждой кассете, где находятся зубчатые барабаны, прижимные и направляющие ролики, фрикционные наматыватели пленки, а также задняя прижимная рамка фильмового канала. Механизм кассеты автоматически соединяется с механизмом аппарата при ее вставлении в камеру.

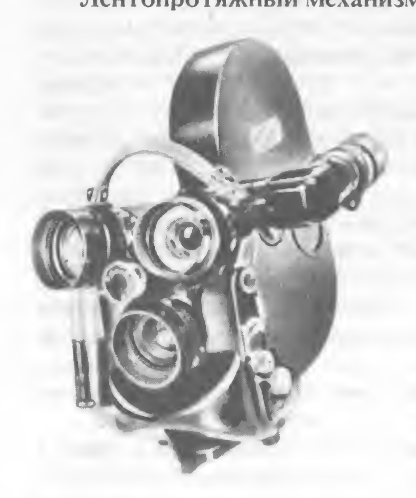


Рис. II-6. Киносъемочный аппарат «Камефлекс», модель СМЗВ-35

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 35 до 200° углом открытия.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора. На матовом стекле нанесены границы, соответствующие различным форматам кадра — обычному, широкоэкранному, кашетированному и 16-*мм*. Для удобства наблюдения при различных положениях камеры лупа может поворачиваться в вертикальной плоскости на 360°. При этом сохраняется нормальное положение изображения. Окуляр лупы имеет корректировку по глазу.

Объективы. Аппарат снабжен поворотной турелью с расходящимися гнездами для установки одновременно трех объективов. Это позволяет без взаимного кашетирования устанавливать на турели объективы любых фокусных расстояний, включая самые широкоугольные. Одно из гнезд турели отцентрировано по положению широкоэкранного кадра и служит для установки анаморфотных объективов, устанавливаемых по одному. Остальные два гнезда отцентрированы по обычному кадру. Все объективы имеют оправы байонетного типа с индивидуальными кольцами для фокусировки и шкалами дистанций. Наводка на фокус может производиться как по этим шкалам, так и визуально по резкости изображения на матовом стекле при наблюдении в лупу. Каждый объектив имеет индивидуальную светозащитную бленду круглого сечения и резьбу для установки круглых светофильтров. Объективы с переменным фокусным расстоянием и длиннофокусные, так же как и анаморфотные, устанавливаются по одному.

Кассеты емкостью 30, 60 и 120 *м* — для 35-*мм* кинопленки и кассета на 120 *м* — для 16-*мм* пленки или кассета, заряжаемая на свету 30- и 60-*м* рулонами 16-*мм* пленки. Каждая кассета имеет счетчик пленки.

Электропривод. Основным является электродвигатель постоянного тока на напряжение 6—8 *В* с реостатом для изменения частоты съемки. Кроме того, можно использовать двигатели постоянного тока на 12 и 24 *В* с электронной регулировкой и стабилизацией количества оборотов для синхронных съемок, а также двигатели переменного тока на 110 и 220 *В*. Частота съемки при нестабилизированном приводе контролируется по тахометру.

Размеры (с 120-*м* кассетой без бокса): 360×260×330 *мм*.

Аппарат весит 5,83 *кг*.

Звукозаглушающий бокс. Для синхронных съемок аппарат может быть установлен в специальный звукозаглушающий бокс «Кемеблимп». Все органы управления камерой, включая и объектив переменного фокусного расстояния, выведены на наружные стенки бокса.

Бокс для подводных съемок. Фирма выпускает также к аппарату «Камефлекс» специальный бокс для подводных съемок. Аппарат с подводным боксом носит название «Аквафлекс».

6. АППАРАТ «МАРК-III» (ФИРМА «МИТЧЕЛЛ», США)

Аппарат «Марк-III» (рис. II-7) предназначен для съемки с рук и благодаря удачной компоновке, несмотря на довольно значительный вес, не затрудняет оператора, так как в рабочем положении опирается на плечо.

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование кинопленки производится комбинированным зубчатым барабаном, расположенным в кассете, а прерывистое — в зоне фильмового канала двузубым двусторонним грейфером с фиксацией положения подвижным контргрейфером. Грейферный механизм по конструкции такой же, как в аппарате «Марк-II», где он работает с частотой съемки до 120 *кадр/с*. Кинокамера «Марк-III» рассчитана на работу с частотой до 32 *кадр/с*.



Рис. II-7. Киносъемочный аппарат «Марк-III»

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 20 до 170° углом открытия.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением 6,2$^{\times}$. При выключении камеры обтюратор автоматически останавливается в положении «свет на визир».

Объективы применяются с фокусным расстоянием от 15 *мм* и выше, в байонетных оправах типа «Марк-II», а также объективы с переменным фокусным расстоянием. Используется прямоугольное светозащитное устройство жесткого типа с держателями для прямоугольных светофильтров. Фокусирование производится по резкости изображения на матовом стекле или по дистанционным шкалам объективов.

Кассеты коаксиального типа емкостью 120 *м* кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока на напряжение 28 *В* позволяет снимать с частотой 8, 16, 24, 25, 28 и 32 *кадр/с*. Для синхронных съемок с частотой 24 и 25 *кадр/с* имеется кварцевая стабилизация. Кроме того, возможна синхронизация по методу «пилоттон» для частоты сети 50 и 60 *Гц*.

Контрольные приборы. Счетчик метров прошедшей кинопленки и количества кадров.

Особые характеристики. Уровень шума кинокамеры, по данным фирмы, во время работы составляет на расстоянии 1 *м* около 30 *дБ* при частоте съемки 24 *кадр/с*.

Аппарат в рабочем состоянии весит около 10 *кг*.

КИНОСЪЕМОЧНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СИНХРОННЫХ И НАТУРНЫХ СЪЕМОК

7. АППАРАТ «ДРУЖБА» («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Дружба» (рис. II-8) предназначен для проведения синхронных съемок в павильонах киностудий и в отдельных случаях на натуре при производстве обычных и широкоэкранных фильмов на 35-*мм* кинопленке.

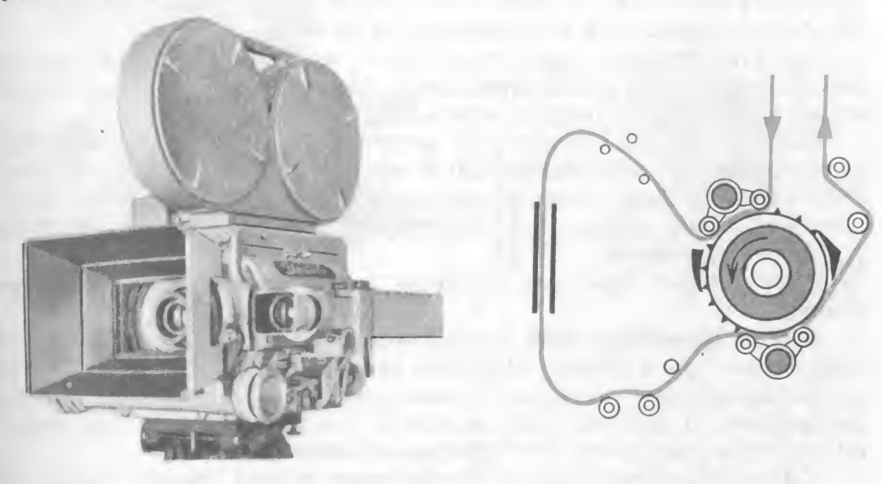


Рис. II-8. Киносъемочный аппарат «Дружба»

Лентопротяжный механизм. Малошумный двусторонний четырехзубый грейфер с двузубым подвижным контргрейфером и одним комбинированным зубчатым барабаном позволяет проводить съемки при прямом и обратном направлении движения кинопленки, обеспечивая высокое постоянство положения изображения. Фильмовый канал имеет сменные рамки с кадровыми окнами обычного и широкоэкранного размеров.

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 0 до 170° углом открытия. Имеет полуавтоматическое изменение угла открытия обтюратора для выполнения затемнений и наплывов.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением 5,5$^{\times}$. При съемке

широкоэкранных фильмов обычная лупа может быть заменена на дезанаморфирующую для наблюдения недеформированного изображения. Кроме того, имеется приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для плоскости наводки, применяемый при сложных движениях кинокамеры.

Объективы обычные с фокусными расстояниями от 18 *мм* и выше, анаморфотные объективы и насадки для съемки широкоэкранных фильмов с фокусными расстояниями от 30 *мм* и выше, а также различные объективы переменного фокусного расстояния. Фокусирование производится по индивидуальным шкалам дистанций на оправах объективов или по резкости изображения на матовом стекле. Для защиты от посторонней засветки применяется светозащитное устройство с жесткой блендой прямоугольной формы. Светофильтры размером 130×130 *мм* в рамках вставляются в специальные пазы светозащитного устройства. Для применения поляризационных светофильтров два фильтродержателя поворачиваются на 360°.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* кинопленки. При перемене направления съемки на обратное приводной ремень наматывателя переводится на шкив подающего отделения кассеты.

Электропривод. Трехфазный синхронный электродвигатель переменного тока на напряжение 220 *В* мощностью 140 *Вт* с редуктором 25:24 для получения частоты съемки 24 *кадр/с* при питании от сети с частотой 50 *Гц*. Двигатель включается в сеть через специальное питающее устройство.

Контрольные приборы. Счетчик количества прошедшей кинопленки.

Особые характеристики. Аппарат имеет устройство для съемки монтажных номеров и подачи стартовых синхронизационных отметок. Для использования при натурных съемках в зимнее время аппарат снабжен автоматически действующей системой электроподогрева, что делает его работу независимой от окружающей температуры.

Конструкция кинокамеры обеспечивает низкий уровень шума, допускающий проведение синхронных съемок без применения защитного стекла перед объективом.

Размеры: 770×610×600 *мм*.

Аппарат весит 73 *кг*.

8. АППАРАТ «МИР», МОДЕЛИ ЗКСС И ЗКССм («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Мир» (рис. 11-9) предназначен для проведения синхронных съемок в павильонах киностудий при производстве 35-*мм* обычных и широкоэкранных фильмов.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки в аппарате в прямом и обратном направлении осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном, а в зоне фильмового канала — двусторонним четырехзубым грейфером. Частота съемки 24 *кадр/с*. Во время экспонирования положение пленки фиксируется подвижным двусторонним контргрейфером.

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 0 до 170° углом открытия. Для выполнения наплывов и затемнений применена полуавтоматическая система управления углом открытия обтюратора, действующая с одной из трех фиксированных скоростей.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора. Изображение, построенное на матовом стекле съемочным объективом, рассматривают через лупу с увеличением 7×. При съемке широкоэкранных фильмов применяется дезанаморфирующая лупа с увеличением 8× в горизонтальной плоскости и с увеличением 4× в вертикальной плоскости, что позволяет видеть недеформированное изображение.

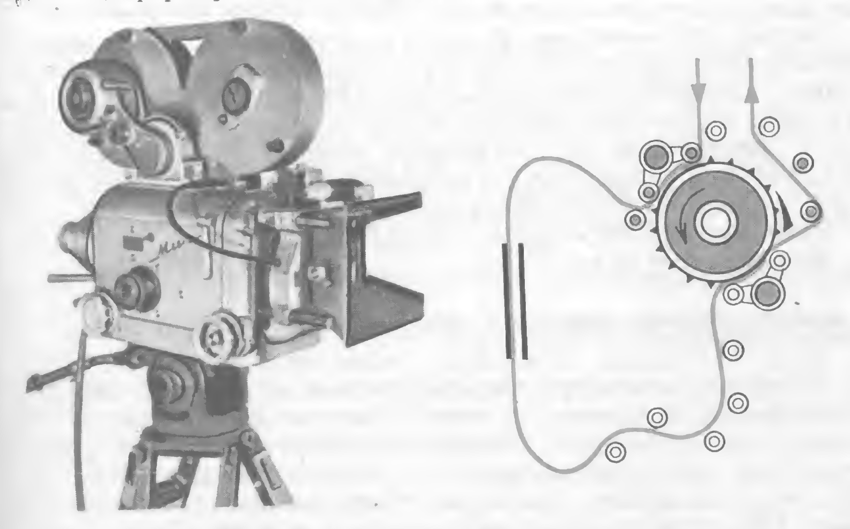


Рис. 11-9. Киносъемочный аппарат «Мир»

Приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для плоскости наводки удобен при быстрых движениях аппарата.

Объективы можно использовать обычные с фокусными расстояниями от 18 *мм* и анаморфотные с фокусными расстояниями от 30 *мм*, а также различные объективы с переменным фокусным расстоянием для съемки обычных и широкоэкранных фильмов. Фокусирование производится по дистанционным шкалам на оправах объективов, видимым через специальное оптическое устройство, или по резкости изображения на матовом стекле через лупу беспараллаксного визира. Аппарат имеет два сменных светозащитных устройства с блендами прямоугольной формы и держателями для светофильтров размером 130×130 и 130×180 *мм*. Первое — для сферических объективов с фокусными расстояниями от 18 до 28 *мм* и анаморфотных с фокусными расстояниями до 50 *мм*, а второе — для обычных и анаморфотных объективов боль-

ших фокусных расстояний. Объективы с переменным фокусным расстоянием применяются со специальными светозащитными устройствами и системами управления.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* кинопленки. Привод наматывателей кассет осуществляется отдельным асинхронным электродвигателем переменного тока, укрепленным на корпусе кассеты. При перемене направления движения пленки двигатель переводится на вторую половину двойной кассеты.

Электропривод. Трехфазный синхронный электродвигатель переменного тока мощностью 120 *Вт* на напряжение 220 *В*, 50 *Гц*. Подключение аппарата к электросети производится через специальное питающее распределительное устройство.

Особые характеристики. Имеется устройство для съемки монтажных номеров (кадроотметчик) и подачи стартовых синхронизационных отметок. Для использования на натурных съемках в зимнее время аппарат имеет автоматическую систему электроподогрева, что делает его работу независимой от окружающей температуры. Для снижения уровня шума в модели ЗКССм применено звукозаглушающее устройство с защитным стеклом перед съемочным объективом.

Размеры: 800×580×615 *мм* (для ЗКСС).

Аппарат весит 65 *кг*.

9. КИНОТЕЛЕВИЗИОННЫЙ КОМПЛЕКС С АППАРАТОМ «СЛАВУТИЧ» («МОСКИНАП», СССР)

Разработка аппаратуры для комплексного обслуживания натурных съемок была выполнена специалистами Киевской киностудии художественных фильмов им. А. П. Довженко на основе опыта практического проведения такого рода съемок и с использованием ранее созданного этим же коллективом натурного 35-*мм* киносъемочного аппарата «Мини СК», который после внесения ряда конструктивных улучшений вошел в состав комплекса под названием «Славутич».

В состав комплекса вошли:

Киносъемочный аппарат для съемки на 35-*мм* кинопленке обычных и широкоэкранных фильмов с оптическим и телевизионным беспараллаксным визированием, выходом на видеомагнитофон для записи контрольного изображения, встроенным экспонометрическим устройством, системой дистанционного или программного управления объективом переменного фокусного расстояния и устройством кодированной разметки пленок для синхронизации изображения с фонограммой.

Пульт режиссера с контрольным телевизионным экраном, служащим для наблюдения за снимаемым кадром и просмотра контрольных видеозаписей со звуковым сопровождением, радиомикрофоном командной связи и с дистанционным управлением съемочным объективом с переменным фокусным расстоянием.

Пульт видеоинженера с видеомагнитофоном для записи и воспроизведения контрольного изображения, контрольным телевизионным монитором и усилителем командной связи.

Пульт звукооператора с магнитофоном для синхронной записи звука, контрольным телевизионным экраном, микшерским устройством для управления процессом звукозаписи, устройством кодовой синхронной разметки и контрольными громкоговорителями для прослушивания записанных фонограмм.

Общая структурная схема комплекса приведена на рис. IV-6 в разделе IV «Применение телевизионной техники и магнитной записи изображения в производстве кинофильмов».

КИНОСЪЕМОЧНЫЙ АППАРАТ «СЛАВУТИЧ»

Лентопротяжный механизм транспортирует кинопленку комбинированным зубчатым барабаном, а в зоне фильмового канала — двусторонним четырехзубым грейфером с подвижным двузубым контргрейфером, что обеспечивает высокую устойчивость изображения с отклонениями, не превышающими 0,01 *мм*. Аппарат может работать как при прямом, так и при обратном направлении движения пленки. Сменная передняя рамка фильмового канала позволяет производить съемку обычных и широкоэкранных фильмов.

Обтюратор зеркальный однолопастный с постоянным углом открытия 175°.

Система визирования беспараллаксная оптическая и телевизионная. Позволяет видеть черно-белое изображение снимаемого кадра на контрольных телевизионных экранах одновременно оператору, режиссеру, видеоинженеру, звукооператору и другим членам съемочной группы. При переключении на систему оптического визирования изображение цветное, но видит его только оператор. При телевизионном визировании оператор может рассматривать изображение как через лупу, так и обоими глазами через специальную линзу-окуляр аналогично оптическому визиру.

При телевизионном визировании можно производить магнитную запись контрольного изображения.

Объективы для съемок обычных фильмов можно применять с постоянным фокусным расстоянием от 18 *мм*, для широкоэкранных — анаморфотные с фокусными расстояниями от 30 *мм*, а также объективы с переменным фокусным расстоянием.

Для удобства работы предусмотрена возможность дистанционного фокусирования всех объективов и дистанционно-программного управления величиной фокусного расстояния объективов с переменным фокусом. Полное изменение фокусного расстояния объектива может быть выполнено за время от 1 до 120 *с*. Эти операции производятся при помощи соответствующих шаговых электродвигателей. Кроме того, фокусирование во время репетиции можно осуществить с пульта режиссера, для чего на нем имеются соответствующие органы, дублирующие управление.

Аппарат имеет светозащитное устройство с мехом, жесткой блендой и держателями для прямоугольных светофильтров.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* кинопленки.

Электропривод. Основным для аппарата является бесконтактный синхронно-регулируемый привод ЭСА-120 с двигателем, возбуждаемым постоянными магнитами и питаемый от аккумуляторов через коммутатор-преобразователь постоянного тока в переменный. После пускового периода двигатель синхронизируется по кварцевому генератору, что обеспечивает полную синхронность работы при питании съемочного аппарата и магнитофонов от автономных источников питания. Привод ЭСА-120 обеспечивает автоматическую остановку камеры при выключении всегда в положении обтюратора на визирование. Кроме того, аппарат может работать с обычным синхронно-реактивным электродвигателем в случае питания всех элементов от общей сети и в отдельных случаях с двигателем постоянного тока 25М-12.

Контрольные устройства. Счетчик количества снятой кинопленки и индикатор синхронности.

Особые характеристики. Уровень шума работающего аппарата 40 *дБ*, что позволяет во многих случаях проводить синхронные съемки в натурных условиях.

Аппарат снабжен встроенным экспонометрическим устройством, позволяющим определять средневзвешенную яркость изображения в пределах центральной части кадра, в круге диаметром 16 *мм* и в центральной точке диаметром 2 *мм*. Показания гальванометра видны в лупу при положении, соответствующем оптическому визированию. Введенный в систему оптический клин служит для установки режима, соответствующего той или другой светочувствительности кинопленки, что упрощает определение режима экспонирования.

В аппарат встроен блок электронной стартовой отметки, питаемый от аккумулятора привода. Так как применена система кодовой разметки синхронности и обозначения дублей, то в комплект введено устройство для автоматического поиска нужного дубля с помощью кодовых меток на лентах фонограмм и видеозаписей, а также на кинопленке с изображением. Такой дешифратор переносного типа может быть установлен в автобусе киногруппы или в помещении монтажной.

Размеры: 675×320×485 *мм* (с двигателем 1М-49).

Аппарат с пленкой весит около 30 *кг*.

10. КИНОТЕЛЕВИЗИОННЫЙ КОМПЛЕКС «СОЮЗ» С АППАРАТОМ УС-3 («МОСКИНАП», СССР)

Кинотелевизионный комплекс «Союз» представляет собой комплект аппаратуры для проведения синхронных съемок в павильонах киностудий при производстве 35-*мм* обычных и широкоэкранных художественных фильмов с применением телевизионного визирования и записью контрольного изображения на магнитной ленте. Комплекс «Союз» является логическим продолжением работы Киевской киностудии им. А. П. Довженко совместно с конструкторскими

бюро и промышленностью по созданию аналогичного комплекса для натурных съемок с аппаратом «Славутич».

В состав комплекса «Союз» входят:

Киносъемочный 35-*мм* аппарат УС-3 с беспараллаксной системой оптического и телевизионного визирования и бесконтактным синхронным электроприводом. В павильонах применяется в звукозаглушающем боксе. Без бокса может использоваться как облегченный аппарат для натурных съемок.

Телевизионный канал, обеспечивающий формирование телевизионных сигналов с передающих трубок на киносъемочных аппаратах и подачу их на видеоконтрольные устройства и видеомагнитофон для записи контрольного изображения.

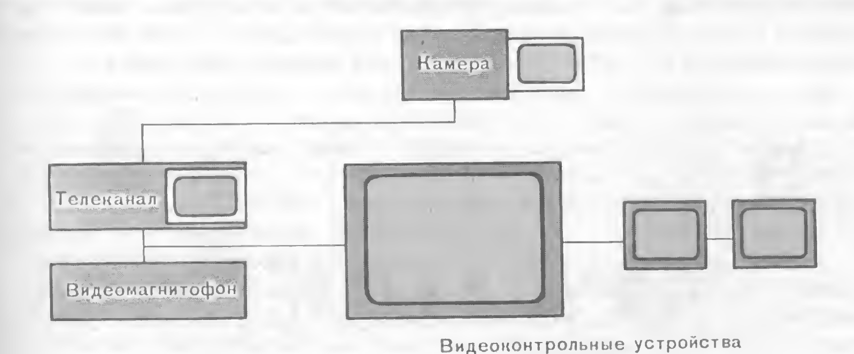


Рис. II-10. Схема кинотелевизионного комплекса «Союз»

Портативный видеомагнитофон для контрольной записи изображения на магнитную ленту при киносъемках и во время репетиций. Записанные изображения воспроизводятся для просмотра на этом же магнитофоне.

Видеозвукоконтрольные устройства для воспроизведения на телевизионных экранах изображения непосредственно во время съемки на рабочих местах членов съемочной группы и для контрольного просмотра и прослушивания записей, сделанных на видеомагнитофоне.

Общая структурная схема комплекса «Союз» приведена на рис. II-10.

КИНОСЪЕМОЧНЫЙ АППАРАТ УС-3

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование кинопленки производится одним комбинированным зубчатым барабаном, а прерывистое в зоне фильмового канала — двусторонним четырехзубым грейфером. Точная фиксация положения пленки во время экспонирования достигается применением двузубого подвижного контр-

грейфера, который обеспечивает устойчивость положения изображения в пределах 0,01 *мм*. Основная частота съемки 24 *кадр/с*, но камера позволяет при необходимости изменять ее от 6 до 32 *кадр/с*.

Обтюратор зеркальный однолопастный с постоянным углом открытия 170°. При выключении аппарата автоматически останавливается в положении для визирования.

Система визирования. В аппарате предусмотрена возможность следующих видов беспараллаксного наблюдения за снимаемым кадром:

оптическое визирование в лупу с увеличением 6$^{\times}$ и установкой по глазу в пределах ±5 *D*, когда изображение цветное, но его видит только оператор у камеры;

телевизионное визирование, при котором черно-белое изображение воспроизводится на всех видеоконтрольных устройствах, и оператор у камеры может рассматривать его тоже как черно-белое в лупу одним глазом или как в приставном оптическом визире двумя глазами.

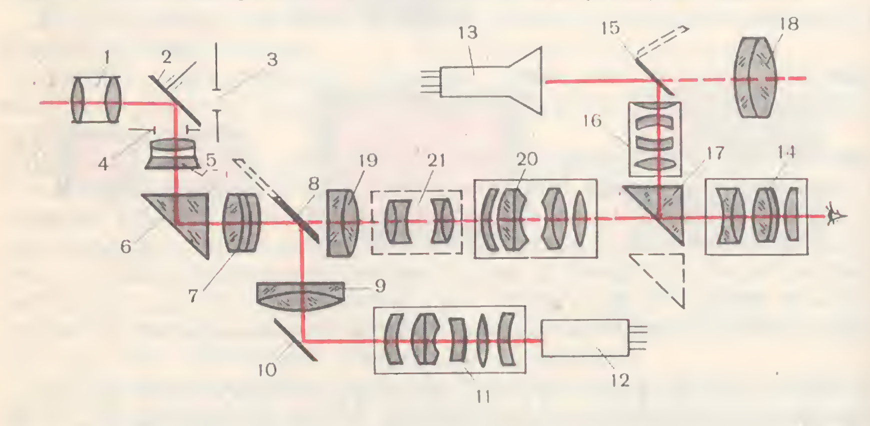


Рис. II-11. Оптическая схема киносъемочного аппарата УС-3

В положении телевизионного визирования можно производить магнитную запись контрольного изображения.

На рис. II-11 приведена оптическая схема киносъемочного аппарата УС-3 в положении, соответствующем использованию телевизионного визирования. На схеме *1* — съемочный объектив; *2* — зеркальный обтюратор, направляющий световой поток попеременно на пленку в кадровом окне *3* или в визирующую систему через ограничительную рамку *4*, аналогичную кадровому окну. В положении, показанном на схеме, изображение объекта съемки через систему линз и объективов *5*, *7*, *9*, *11* призму *6* и зеркала *8* и *10* строится на светочувствительной поверхности передающей телевизионной трубки *12*, откуда через систему телевизионного канала сигналы изображения подаются на все контрольные мониторы, в том числе и на трубку *13*, на экране которой изображение рассматривается оператором в лупу *14* через объектив *16*, зеркало *15* и призму *17*.

Если по условиям съемки нужно видеть изображение двумя глазами, то зеркало *15* выводится из хода лучей и наблюдение осуществляется через увеличительную линзу *18* непосредственно на экране трубки *13*.

Для оптического визирования зеркало *8* и призма *17* выводятся из хода лучей и изображение рассматривается в лупу *14* через объективы *19* и *20*. При съемках с применением анаморфотных объективов в систему оптического визирования вводится элемент *21*, дезанаморфирующий изображение. При телевизионном визировании дезанаморфирование производится электронным способом.

Объективы могут применяться обычные с фокусными расстояниями от 18 *мм* и анаморфотные с фокусными расстояниями от 35 *мм*, а также объективы с переменным фокусным расстоянием. С последними можно использовать дистанционную систему управления величиной фокусного расстояния. Фокусирование производится по дистанционным шкалам или по резкости изображения на матовом стекле при наблюдении в лупу в положении оптического способа визирования. Универсальное светозащитное устройство с раздвижной блендой — мехом прямоугольной формы и фильтродержателями — используется при объективах с фокусными расстояниями от 18 до 150 *мм*. Объективы с переменным фокусным расстоянием и более длиннофокусные применяются с индивидуальными светозащитными блендами.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* кинопленки.

Электропривод. Бесконтактный синхронно-регулируемый привод ЭСА-120 с двигателем, возбуждаемым постоянными магнитами. Питается от аккумуляторной батареи напряжением 30 *В* через электронный преобразователь с возможностью регулировки частоты съемки. При синхронной съемке частота, соответствующая 24 *кадр/с* может стабилизироваться кварцевым генератором.

Контрольные устройства. Камера имеет счетчик количества прошедшей кинопленки, уровень для контроля положения камеры и индикатор синхронности хода.

Особые характеристики. Уровень шума аппарата в боксе при съемке с частотой 24 *кадр/с* не превышает 26 *дБ*, а в натурном варианте без бокса 40 *дБ*.

Размеры аппарата в боксе: 930×580×630 *мм*.

Аппарат весит 85 *кг*.

11. АППАРАТ «ЭРА» («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Эра» (рис. II-12) предназначен для проведения репортажных синхронных съемок операторами документальной и научно-популярной кинематографии при производстве обычных и широкоэкранных фильмов.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки в аппарате производится двумя зубчатыми барабанами и двусторонним двузубым грейфером с подвижным контргрейфером. Съемка возможна при прямом и обратном направлении движения пленки с частотой от 12 до 32 *кадр/с*.

фокусным расстоянием от 30 *мм* и различные объективы с переменным фокусным расстоянием. Объективы в специальных переходных оправах устанавливают по одному в гнездо на передней стенке аппарата. Фокусирование производится рукояткой на правой или поводком на левой стенке камеры по резкости изображения на матовом стекле или по дистанционным шкалам, нанесенным для каждого объектива на поворотных призмах. На передней стенке крепится компендиум со светозащитным устройством прямоугольной формы и держателями для светофильтров размером 75×75 и 75×120 *мм*. Для применения поляризационных светофильтров держатели могут поворачиваться на 360°.

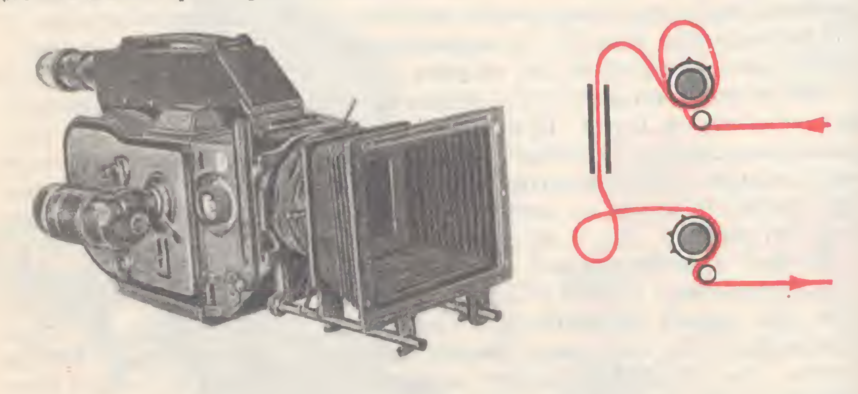


Рис. II-13. Киносъемочный аппарат «Родина»

Кассеты одинарные емкостью 120 и 300 *м* кинопленки. 120-*м* кассеты помещаются внутри корпуса аппарата, а 300-*м* — выступают за его габариты.

Электропривод. Основным является электродвигатель постоянного тока мощностью 50 *Вт* на напряжение 12 *В*, позволяющий плавно изменять частоту съемки от 8 до 48 *кадр/с*. Синхронно-реактивный двигатель переменного тока на напряжение 220 *В* применяется для съемок с записью черновой фонограммы. При синхронизации по методу «пилот-тон» используют электродвигатель постоянного тока на напряжение 12 *В* мощностью 35 *Вт*, а для покадровых съемок применяют электропривод с двигателем переменного тока 220 *В* с двухступенчатым редуктором и муфтой сцепления. Обеспечиваемый им темп покадровой съемки — один кадр за 4 *с* и один кадр за 0,4 *с*.

Контрольные приборы. Аппарат снабжен тахометром для контроля частоты съемки и счетчиками снятой пленки в метрах и кадрах.

Особые характеристики. Аппарат имеет автоматически действующий механизм для выполнения съемок с затемнением или наплывом.

Размеры: 705×260×290 *мм*.

Аппарат весит 17,4 *кг*.

13. АППАРАТ BNCR (ФИРМА «МИТЧЕЛЛ», США)

Аппарат BNCR (рис. II-14) является модернизацией наиболее распространенного в свое время на киностудиях США и стран Западной Европы аппарата BNC, используемого для синхронных съемок.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование пленки производится одним комбинированным зубчатым барабаном, а в зоне фильмового канала — двусторонним грейфером, имеющим по два зуба с каждой стороны, с фиксацией ее положения во время экспонирования подвижным контргрейфером.

Обтюратор. Аппарат имеет два обтюратора — однолопастный дисковый с переменным от 0 до 175° углом открытия, определяющий режим экспонирования, и зеркальный двухлопастный обтюратор, используемый только в системе визирования. Автоматически действующий механизм выполняет затемнения и наплывы.

Система визирования. Камера имеет приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки и систему беспараллаксного визирования через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу.



Рис. II-14. Киносъемочный аппарат BNCR фирмы «Митчелл»

Объективы. Аппарат комплектуется объективами «Супер Балтар» с фокусными расстояниями от 20 до 150 *мм*, применяемыми в аппарате «Марк-II», а также объективом фирмы «Анженье» с переменным от 25 до 250 *мм* фокусным расстоянием. Можно применять и другие объективы, имеющие несколько увеличенный задний отрезок, что определяется наличием в аппарате двух обтюраторов. Фокусирование производят по дистанционным шкалам на объективах или по изображению, видимому на матовом стекле в беспараллаксный визир. В качестве светозащитного устройства применяется универсальный компендиум с жесткой блендой прямоугольного сечения и держателями для светофильтров. Для снижения уровня шума аппарата перед объективом установлено звукозаглушающее устройство с плоскопараллельным стеклом.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* кинопленки. Закрываются дополнительным звукозаглушающим боксом.

Электропривод. Основным является синхронный трехфазный электродвигатель переменного тока 220 *В*, 50 или 60 *Гц*. Кроме того,

можно применять электродвигатели постоянного тока 12 *В* и переменного 110 *В* с переменной скоростью вращения для съемок с частотой от 8 до 24 *кадр/с*, а также специальный двигатель для покадровых съемок.

Контрольные приборы. Счетчик метров прошедшей пленки, счетчик кадров, счетчик, суммирующий количество пленки.

Особые характеристики. Аппарат имеет устройство для стартовой синхронной отметки и подачи синхронизирующего сигнала на магнитофон.

Размеры: 900×550×600 *мм*.

Аппарат весит около 85 *кг*.

14. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АППАРАТ «МАРК-II» (ФИРМА «МИТЧЕЛЛ», США)

Особенностью аппарата «Марк-II» является возможность использовать его в специальном боксе как малошумную павильонную камеру для синхронных съемок; без бокса — как натурный аппарат для работы со штатива, а также как аппарат для съемок с частотой до 128 *кадр/с* и со специальными кассетами как ручную камеру. Все перечисленные модификации достигаются несложной перестановкой входящих в комплект элементов. Кроме того, он может быть снабжен специальной

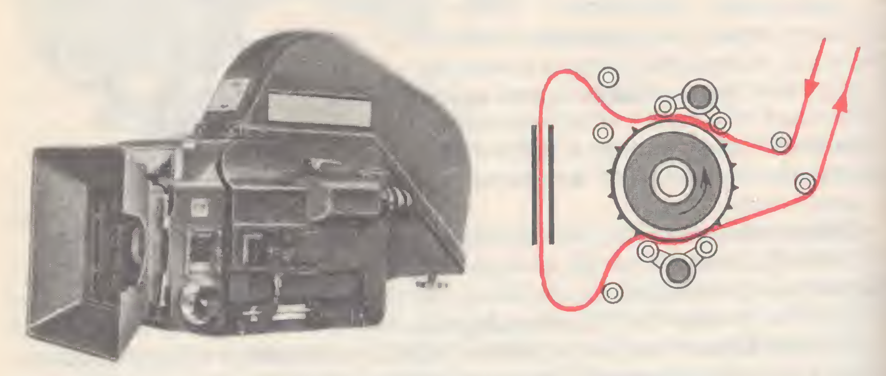


Рис. II-15. Киносъемочный аппарат «Марк-II»

передающей телевизионной камерой, работающей от съемочного объектива и служащей для записи на магнитную ленту контрольного изображения параллельно с киносъемкой. Эта же телевизионная система позволяет использовать аппарат «Марк-II» при многокамерной съемке фильмов или применять ее как обычный телевизионный визир. Общий вид камеры и схема ее зарядки в варианте использования для синхронных и натурных съемок приведены на рис. II-15.

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование кинопленки производится одним комбинированным зубчатым барабаном, а прерывистое — в зоне фильмового канала грейферным механизмом, допускающим съемку с частотой до 128 *кадр/с* и продвигающим

пленку двумя зубьями с каждой стороны. Во время экспонирования положение пленки фиксируется подвижным контргрейфером.

Обтюратор. Аппарат имеет два обтюратора — обычный дисковый однолопастный, расположенный вблизи кадрового окна параллельно плоскости пленки с переменным от 0 до 170° углом открытия, управляющий режимом экспонирования, и зеркальный двухлопастный, используемый только в системе визирования.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с применением дополнительного зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу. Приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки можно использовать во всех вариантах применения камеры, кроме ручного.

Объективы. Аппарат комплектуется объективами фирмы «Бауш и Ломб» типа «Супер Балтар» с фокусными расстояниями от 20 до 152 *мм* и относительными отверстиями от 1:2,3 до 1:3. Можно также применять объективы с переменным фокусным расстоянием 25—250 *мм* фирмы «Анженье» или любые другие объективы с удлиненными задними отрезками, отвечающими особым требованиям этой камеры, имеющей два обтюратора. Наводку на резкость производят по шкалам дистанций или по резкости изображения, видимого в лупу визирующей системы.

В ручном и натурном варианте камеру можно применять с турелью на три объектива или только с одним гнездом. Аппарат имеет светозащитное устройство с жесткой прямоугольной блендой и держателями для светофильтров, но можно использовать и индивидуальные бленды на объективах.

Кассеты типовые для аппаратов фирмы «Митчелл» — двойные емкостью 60, 120 и 300 *м* кинопленки и специальные 120-*м* для ручного варианта камеры.

Электропривод. Для съемок с переменной частотой: электродвигатель постоянного тока 24 *В* — для диапазона от 8 до 32 *кадр/с*; электродвигатель переменного тока 110 *В* — для съемок от 8 до 32 *кадр/с* и электродвигатель постоянно-переменного тока 115 *В* — для съемок от 36 до 128 *кадр/с*.

Для синхронных съемок: однофазные электродвигатели переменного тока 115 *В* — для питания от сети с частотой 50 и 60 *Гц*; трехфазные электродвигатели переменного тока 220 *В* — для частот 50 и 60 *Гц*.

Для покадровых и мультипликационных съемок с частотой до 70 *кадр/мин* — однофазные электродвигатели переменного тока 115 *В*, 50 и 60 *Гц*.

Особые характеристики. Уровень шума аппарата при частоте съемки 24 *кадр/с* в варианте для синхронных съемок в боксе с звукозащитным стеклом 23—25 *дБ*.

Дополнительные приспособления. Аппарат можно укомплектовать светоделительным устройством для подачи изображения на мишень передающей телевизионной трубки, портативной телекамерой с необхо-

димыми электронными устройствами, контрольными мониторами непосредственно на камере и на режиссерском пульте для наблюдения снимаемого кадра и видеомагнитофоном для контрольной магнитной записи изображения, выполняемой параллельно с киносъемкой. Кроме того, аппарат «Марк-II» используется в системе аппаратуры для многокамерной съемки кинофильмов, выпускаемой фирмой «Митчелл» в составе трех съемочных аппаратов, режиссерского пульта управления и контроля с тремя камерными мониторами и одним общим, к которому можно подключать видеомагнитофон.

Размеры аппарата без бокса: 483×254×356 *мм* (для съемок на натуре с кассетой 120 *м* и двигателем 110 *В*).

Без пленки и объективов он весит 11,6 *кг*.

В боксе для синхронных съемок с телевизионным визиром: 863×511×579 *мм*.

Аппарат в этом варианте весит около 62 *кг*.

15. АППАРАТ XR-35 (ФИРМА «СИНЕМА ПРОДАКТС», США)

Аппарат XR-35 (рис. II-16) — один из наиболе легких в настоящее время малошумных аппаратов для синхронных съемок на 35-*мм* кинопленке.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование пленки в зоне фильмового канала производится грейферным механизмом с контргрейфером, применяемым в аналогичных аппаратах фирмы «Митчелл». Этот механизм позволяет в известных пределах регулировать шаг грейфера в обе стороны от номинала и тем самым добиваться минимального уровня шума при отклонениях шага перфорирования кинопленки от номинала.



Рис. II-16. Киносъемочный аппарат XR-35 фирмы «Синема Продактс»

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с применением зеркального обтюратора с переменным от 5 до 180° углом открытия, что позволяет успешно использовать объективы с переменным фокусным расстоянием.

Объективы можно применять любые с постоянным и переменным фокусным расстоянием в стандартных оправах аппаратов BNCR фирмы «Митчелл». Фокусирование производят по дистанционным шкалам на оправах объективов или по резкости изображения, видимого в визирующей системе.

Кассеты применяются быстросменные емкостью 300 *м* кинопленки.

Электропривод. Для синхронных съемок с частотой 24 или 25 *кадр/с* можно применять специальный синхронный двигатель или привод для аппарата BNC с кварцевой стабилизацией. Для съемок с изменяемой частотой от 4 до 32 *кадр/с* имеется регулируемый электродвигатель.

Особые характеристики. Уровень шума камеры при съемке с частотой 24 *кадр/с* 27±1 *дБ* на расстоянии 1 *м*. Имеется световая и звуковая сигнализация о нарушении синхронности.

Размеры: 530×350×560 *мм*.

Аппарат с электродвигателем и кассетами, без объектива и пленки весит 37 *кг*.

КИНОСЪЕМОЧНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ СЪЕМОК

16. АППАРАТ ДЛЯ УСКОРЕННЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ СЪЕМОК, МОДЕЛИ 1КСК И 2КСК («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат предназначен для различных комбинированных съемок на одной и двух кинопленках. Модель 2КСК является модернизацией модели 1 КСК и отличается от нее системой беспараллаксного визирования через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора. Общий вид модели 1КСК и схема зарядки (одинаковая для обеих моделей) приведены на рис. II-17.

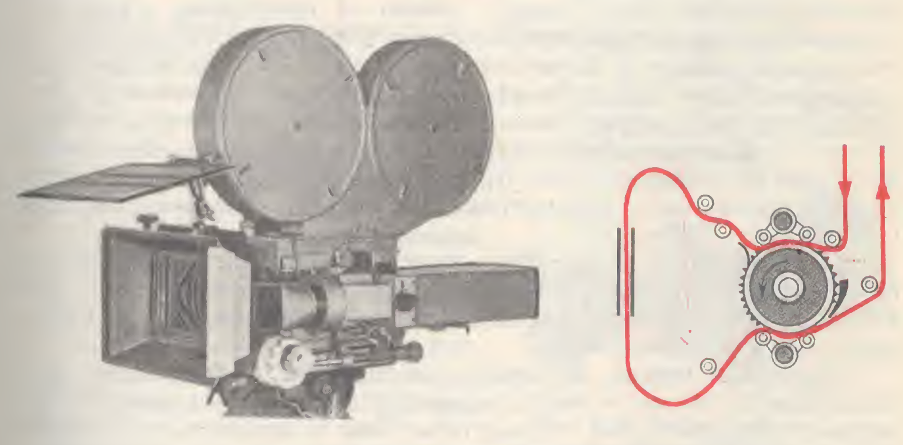


Рис. II-17. Киносъемочный аппарат 1КСК

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленок в прямом и обратном направлении осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном, а на участке фильмового канала — двусторонним четырехзубым грейфером. Точная фиксация положения кинопленки во время экспонирования обеспечивается двузубым подвижным контргрейфером. Частота съемки на одной пленке при прямом ходе может повышаться до 120 *кадр/с*, на двух пленках — до 72 *кадр/с*. При обратном ходе частота съемки не должна превышать 24 *кадр/с*. Покадровая съемка возможна во всех случаях.

Обтюратор обычный дисковый однолопастный с переменным от 0 до 170° углом открытия. Вращается в плоскости, параллельной пленке, в непосредственной близости от ее поверхности. Механизм автоматического изменения величины угла открытия обтюратора выполняет его полное открытие или закрытие за время прохождения через аппарат 0,6; 1,2 или 2,4 *м* кинопленки.

В модели 2КСК кроме указанного обтюратора, предназначенного для установления режима экспонирования, имеется второй — двухлопастный зеркальный обтюратор с постоянным углом открытия 2×120°, расположенный под углом 45° к поверхности пленки и используемый только в системе беспараллаксного визирования через съемочный объектив. Этот обтюратор делает всегда в два раза меньше оборотов, чем первый.

Система визирования беспараллаксная, путем рассматривания через лупу с увеличением 7$^{\times}$ изображения, построенного съемочным объективом на матовом стекле. Этот способ можно использовать только при подготовке к съемке, потому что аппарат смещается по специальным направляющим относительно съемочного объектива и на место кинопленки вводится матовое стекло. Предусмотрена также возможность сквозной наводки через пленку, однако ее применение ограничено малыми освещенностями, необходимыми для современных высокочувствительных пленок, и большими плотностями их противоореольной подкраски. Кроме того, аппарат имеет приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки. Полное поле зрения этого визира соответствует полю объектива с фокусным расстоянием 35 *мм*. При более короткофокусных объективах визир используется с дополнительной насадкой, увеличивающей его поле зрения.

В модели 2КСК, кроме того, имеется возможность беспараллаксного визирования через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора, которым можно пользоваться как при подготовке, так и во время съемки.

Объективы можно применять сферические с фокусными расстояниями от 18 *мм* и выше, анаморфотные с фокусными расстояниями от 35 *мм* и выше, а также объективы с переменным фокусным расстоянием в оправах байонетного типа. Наводка на фокус производится по индивидуальным шкалам дистанций на оправах объективов или по резкости изображения на матовом стекле системы визирования. Универсальное светозащитное устройство с блендой прямоугольной формы крепится на передней стенке аппарата и имеет сменные кашеты для ограничения поля при съемке объективами различных фокусных расстояний. Светозащитное устройство снабжено пазами для светофильтров размером 130 × 130 *мм*, кашет и масок.

Из-за применения двух обтюраторов в модели 2КСК можно устанавливать объективы с фокусными расстояниями не короче 22 *мм*.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* для съемок на одной кинопленке. При работе на двух пленках используют специальные 120-*м* счетверенные кассеты, а для съемки проб — маленькие кассеты, емкостью 20 *м* кинопленки, вставляемые внутрь любой из указанных основных кассет.

Электропривод. Аппарат может быть укомплектован следующими сменными электроприводами:

электродвигателем постоянного тока на напряжение 24 *В*, мощностью 200 *Вт* с широкой регулировкой количества оборотов для съемок с частотой от 24 до 120 *кадр/с*, а кратковременно даже до 132 *кадр/с*;

покадровым электродвигателем переменного тока;

синхронно-реактивным двигателем переменного тока для съемок с частотой 24 *кадр/с*;

приводом с двигателем переменного тока с изменяемым числом оборотов и питанием от преобразователя с регулируемой частотой.

Контрольные приборы. Счетчик количества снятой кинопленки и дополнительный выносной счетчик количества кадров. Тахометр для контроля частоты съемки.

Размеры: 675×320×485 *мм* (модель 1КСК); 730×330×460 *мм* (модель 2КСК).

Аппарат весит 30 *кг* (1КСК); 27 *кг* (2КСК).

17. АППАРАТ «ТЕМП» ДЛЯ УСКОРЕННЫХ СЪЕМОК, МОДЕЛЬ 1СКЛ («МОСКИНАП», СССР)

Облегченный киносъемочный аппарат «Темп» для ускоренных съемок с рук или легкого штатива (рис. II-18) применяется главным образом при спортивных и научно-популярных киносъемках.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки осуществляется в одной плоскости и плавно регулируется в пределах от 24 до 150 *кадр/с*. Скоростной грейферный механизм с двусторонним грейфером обеспечивает устойчивость изображения в пределах 0,01 *мм* при частоте съемки 24 *кадр/с* и 0,02 *мм* при всех остальных частотах.

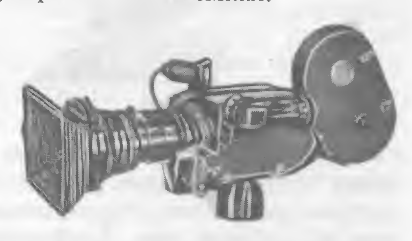


Рис. II-18. Киносъемочный аппарат «Темп»

Обтюратор зеркальный однолопастный с постоянным углом открытия 150°.

Система визирования. Беспараллаксное наблюдение за снимаемым кадром с рассматриванием в лупу изображения, построенного съемочным объективом на матовом стекле.

Объективы можно применять с фокусными расстояниями от 18 *мм* и выше, а также объектив 35ОПФ-7-1 переменного фокусного расстояния, с которым действует имеющаяся в аппарате система автоматического поддержания постоянства установленной величины экспозиции при изменении частоты съемки. Фокусирование объективов производят по резкости изображения, видимого в системе визирования, или по дистанционным шкалам объективов.

Кассеты полуторные емкостью 120 *м* кинопленки.

Электропривод. Регулируемый электродвигатель постоянного тока мощностью 300 *Вт* на напряжение 27 *В*.

Размеры: 500×297×297 *мм*.

Аппарат весит 12 *кг*.

18. АППАРАТ 1КСМ ДЛЯ МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫХ СЪЕМОК («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат 1КСМ (рис. II-19) предназначен для использования на вертикальных мультипликационных станках при съемке обычных и широкоэкранных фильмов на 35-*мм* кинопленке. На мультипликационном станке типа МФ-12 обеспечивается автоматическая наводка на резкость при перемещении аппарата вверх и вниз по колонне станка.

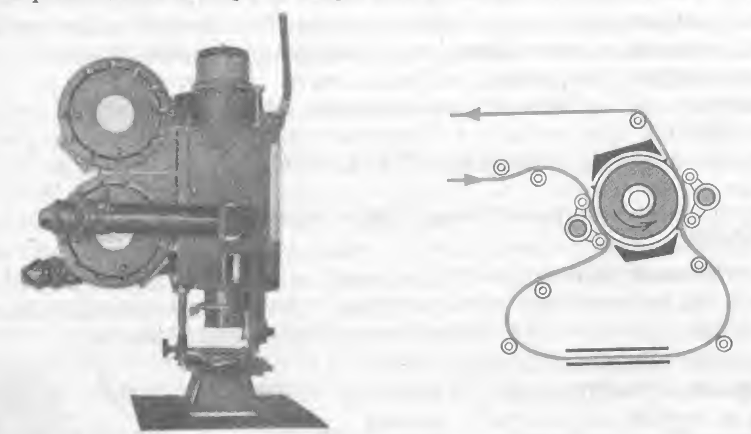


Рис. II-19. Киносъемочный аппарат 1КСМ

Лентопротяжный механизм аппарата рассчитан на транспортирование одной или двух кинопленок при съемке в прямом и обратном направлении. Электромеханическая блокировка останавливает аппарат при обрыве или окончании пленки, а также исключает его пуск при неправильной зарядке. Имеющаяся коробка скоростей с переменным передаточным отношением позволяет производить съемку с частотой 4; 2; 1; 1/4; 1/12; и 1/24 *кадр/с*. При этом продолжительность экспонирования каждого кадра при наибольшем угле открытия обтюратора 150° соответственно составляет: 0,1; 0,21; 0,42; 1,67; 5,0 и 10 *с*. Для достижения высокого постоянства положения изображения применен грейферный механизм с двусторонним двузубым грейфером, с неподвижными зубьями контргрейфера и пульсирующим фильмовым каналом.

Обтюраторы. Аппарат имеет д в а обтюратора. О д и н — обычный дисковый однолопастный с переменным углом открытия от 0 до 150°, расположенный параллельно плоскости пленки и являющийся экспозиционным. В т о р о й — зеркальный однолопастный, расположен под углом 45° к плоскости пленки и служит только для использо-

вания в системе беспараллаксного визирования. Управление углом открытия дискового экспозиционного обтюратора выполняется как непосредственно на аппарате, так и дистанционно с пульта управления камерой. Скорость изменения угла обтюратора можно изменять в широких пределах, так как эта операция производится отдельным электродвигателем, режим работы которого задается с пульта. При покадровой съемке аппарат всегда останавливается только в положении, соответствующем закрытому обтюратору, что исключает возможность засветки кадра или неправильного экспонирования.

Система визирования двойная, позволяет видеть в лупу изображение, построенное съемочным объективом на матовом стекле с помощью зеркального обтюратора, или во вторую лупу рассматривать изображение непосредственно на пленке. Обе лупы дают увеличение $6^{\times}$ и установлены горизонтально, что удобно для наблюдения при вертикальном положении камеры на мультипликационном станке. Каждая лупа имеет корректировку по глазу ±6 *D* и снабжена автоматическим световым замком.

Объективы. В комплект аппарата входят сферические объективы с фокусными расстояниями 35, 50 и 75 *мм* в специальных переходных оправах, сочленяющихся с механизмом вертикального перемещения камеры на мультипликационном станке МФ-12, на котором помещены также лекала для точной наводки объективов на резкость. Автоматическое фокусирование производится для объектива с фокусным расстоянием 35 *мм* в диапазоне расстояний от 0,19 до 1,5 *м*; для объектива с $f=50$ *мм* — от 0,27 до 1,5 *м* и для объектива с $f=75$ *мм* — от 0,4 до 2,0 *м*. На других станках, не имеющих систем автоматической наводки, фокусирование производится вручную по шкалам дистанций или по резкости изображения, видимого в лупу. Камера имеет прямоугольное жесткое светозащитное устройство с пазами для масок, кашет и сеток, а также держателями для различных светофильтров.

Кассеты одинарные емкостью 120 *м* кинопленки используются при съемках на одной пленке. Счетверенные кассеты той же емкости применяются при работе на двух пленках.

Электропривод. Синхронный трехфазный электродвигатель на напряжение 220 *В*, мощностью 15 *Вт* соединен с механизмом аппарата через шестиступенчатую коробку скоростей и однооборотную электромагнитную муфту, позволяющую отсоединять механизм камеры, не останавливая приводной электродвигатель.

Контрольные приборы. Счетчик кадров, хорошо видимый с большого расстояния, имеет шкалу до 9999 кадров и работает при прямом и обратном ходе кинопленки. В последнем случае со съемкой каждого кадра показания счетчика уменьшаются на единицу.

Особые характеристики. Особенностью аппарата является возможность нормальной работы обтюраторов при отсоединенном грейферном и лентопротяжном механизмах, что позволяет производить многократное экспонирование одного и того же кадра без обратной отмотки пленки. Для этого грейфер и лентопротяжный механизм

отключаются при помощи специального устройства от общей системы привода, пленка остается неподвижной в фильмовом канале, а работа обтюраторов продолжается в обычном порядке.

Размеры: 400×350×600 *мм*.

Аппарат весит 22 *кг*.

19. АППАРАТ ТКС-3 ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СЪЕМОК ПО МЕТОДУ «БЛУЖДАЮЩАЯ МАСКА» («МОСКИНАП», СССР)

Принцип метода «блуждающая маска» заключается в получении при съемке в первую экспозицию актерской или другой сцены, освещенной видимыми лучами спектра на фоне экрана, равномерно излучающего инфракрасные лучи, к которым нечувствительна применяемая цветная или черно-белая негативная кинопленка. Одновременно на второй пленке, проходящей вместе с первой в канале съемочного аппарата, экспонируется только фон на участках кадра, не перекрытых предметами первого плана. Для съемки фона применяется кинопленка, чувствительная к инфракрасным лучам. После съемки негативная пленка,



Рис. II-20. Киносъемочный аппарат ТКС-3

на которой находится скрытое изображение снятой сцены, не проявляется. Вторая пленка, с экспонированными участками фона — инфраэкрана, обрабатывается по способу обращения и на ней получается силуэтное изображение снятой сцены. При второй экспозиции, когда снимается или впечатывается необходимое для комбинированного кадра фоновое изображение, через аппарат проходят одновременно те же две пленки, что и в первом случае. На непроявленной негативной пленке, проходящей в аппарате в этом случае за обработанной масочной пленкой, экспонируется изображение нужного фона, а места расположения действующих лиц и предметов, снятых в первую экспозицию, защищаются маской, полученной после обработки на инфрапленке.

Чтобы получить технически совершенный комбинированный кадр, обращенное изображение (маска) должно точно соответствовать по размерам, форме и расположению на кинопленке основному изображению. Для соблюдения указанных условий оптические изображения на негативной и масочной пленках должны иметь одинаковый масштаб и расположение. Должно быть выдержано строгое постоянство взаимного положения обеих пленок при первой и второй экспозициях для точного совмещения контуров изображения маски и негатива в каждом кадре.

Киносъемочный аппарат ТКС-3 (рис. II-20) служит для съемок первых экспозиций по этому методу.

Оптическая светоделительная система и механизм аппарата. Особенностью аппарата является его оптическая система, позволяющая получать одновременно негативное и масочное изображение на двух кинопленках, проходящих в одном фильмовом канале, протягиваемых одним грейфером и фиксируемых общим подвижным контргрейфером.

На рис. II-21, *а* приведена схема светоделительного блока аппарата, состоящего из двух одинаковых симметричных склеенных элементов *1* и *2*. На склеиваемую поверхность левой части блока нанесен кольцевой зеркальный растр, показанный на рис. II-21, *б*. Он делит световой поток, прошедший через объектив *3* съемочного аппарата, на две части пропорционально отношению площадей колец растра и промежутков между ними. Кольца обеспечивают полное отражение падающего на них света, а промежутки — полное пропускание. В лупу *4* аппарата видно изображение, построенное на кинопленке в фильмовом канале *5* лучами видимой части спектра, прошедшими без отражения в промежутках между кольцами растра. В результате полной симметрии призм блока, трехкратного отражения лучей в его левой части и двукратного в правой оба изображения, масочное и негативное, строятся в кадровых окнах общего фильмового канала *5* совершенно одинаковыми и как бы совмещенными. Это условие выполняется при точном изготовлении элементов светоделительной системы и применении специальных киносъемочных объектиивов, которые в равноудаленных плоскостях обеспечивают построение равномасштабных изображений в видимых и инфракрасных лучах. Перед каждым из двух кадровых окон имеются пазы для установки фолиевых светофильтров.

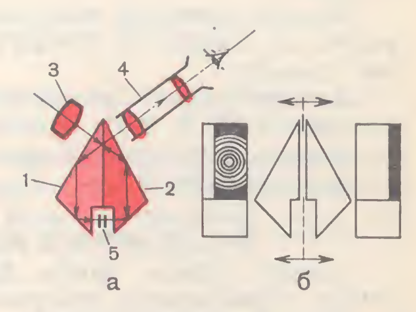


Рис. II-21. Киносъемочный аппарат ТКС-3 (оптическая схема)

Транспортирование обеих кинопленок осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном. Механизм рассчитан на постоянную частоту съемки 24 *кадр/с* и допускает работу при прямом и обратном направлении движения пленки.

Обтюратор дисковый с постоянным углом открытия 175°.

Система визирования. Изображение, построенное съемочным объективом непосредственно на кинопленке, рассматривается в отраженном от нее свете через правую часть светоделительной системы в лупу с увеличением 5× при съемке обычных фильмов, в дезанаморфирующую лупу с увеличением 7× в горизонтальной плоскости и 3,5× в вертикальной — при съемке широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением. Обе лупы имеют корректировку по глазу в пределах ± 5 *D*.

Объективы. В аппарате применяются только специально рассчитанные для него сферические объективы с фокусными расстояниями 35 и 50 *мм* и анаморфотный объектив с $f = 50$ *мм*. Наводка на резкость производится как по дистанционным шкалам, так и по резкости изображения, видимого на пленке в лупу визира. Аппарат имеет светозащитное устройство жесткой конструкции со сменными вставными кашетами.

Кассеты одинарные емкостью 150 *м* кинопленки каждая устанавливаются на аппарат по четыре штуки: две — как подающие и две — как приемные.

Электропривод. Синхронный трехфазный электродвигатель на напряжение 220 *В*, 50 *Гц*, мощностью 60 *Вт*.

Размеры: 740×250×650 *мм*.

Аппарат весит 35 *кг*.

20. АППАРАТ «МИГ» ДЛЯ СЪЕМКИ С ЭКРАНА КИНЕСКОПА («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Миг», модель 35-КСТ (рис. II-22) предназначен для съемки телевизионных программ с экрана кинескопа на негативную или обращаемую кинопленки.

Аппарат аналогичного назначения для съемок на 16-*мм* кинопленке выпускается под маркой 16-КСБ.

Лентопротяжный механизм. Принципиальной особенностью аппарата является грейферный механизм с ускорителем, производящий продергивание пленки в фильмовом канале между съемкой отдельных кадров за время, равное 0,0028 *с*, что позволяет сократить до минимума потерю изобразительной информации при пересъемке с экрана кинескопа. На остальных участках пленка равномерно продвигается одним комбинированным 32-зубым барабаном. Электромеханическая блокировка выключает аппарат при окончании, обрыве или ослаблении натяжения кинопленки.

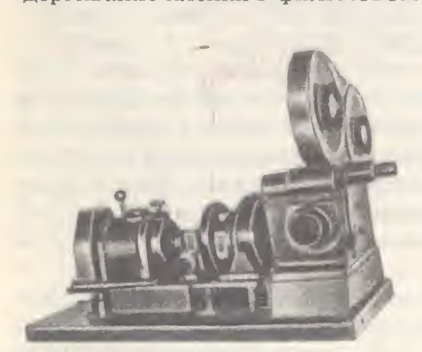


Рис. II-22. Киносъемочный аппарат «Миг», модель 35-КСТ

Обтюратор дисковый двухлопастный с рабочим углом 69° и неравномерной скоростью вращения

при частоте съемки 25 *кадр/с* позволяет получить общее время экспонирования около 0,03 *с*.

Объективы. Аппарат укомплектован двумя объективами с фокусными расстояниями 50 и 75 *мм*. Фокусирование производится до начала съемки с помощью специального оптического устройства с лупой 9× и окончательно уточняется съемкой фотопроб.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* кинопленки.

Электропривод. Синхронный трехфазный электродвигатель переменного тока на напряжение 220 *В*, мощностью 100 *Вт*.

Особые характеристики. Для уменьшения влияния вибраций, возникающих при неравномерном вращении элементов грейферного механизма и ускорителя, аппарат, блок электропривода, редуктор и ускоритель смонтированы на двух основаниях, укрепленных на тяжелой антивибрационной плите через амортизационные прокладки.

Аппарат имеет устройство световой отметки места начала съемки на пленке.

Размеры: 950×590×670 *мм*.

Аппарат с антивибрационной плитой весит 260 *кг*.

21. СКОРОСТНОЙ АППАРАТ «ЛУПА ВРЕМЕНИ», МОДЕЛЬ ZL-1 (ФИРМА «ЦЕЙСС-ИКОН», ГДР)

Аппарат «Лупа времени» (рис. II-23) предназначен для фиксации различных быстро протекающих процессов при научных исследованиях и позволяет производить съемки в большом диапазоне частот при нескольких форматах кадра на обычной 35-*мм* кинопленке.



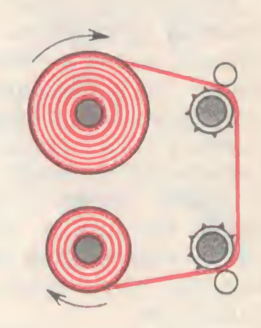


Рис. II-23. Киносъемочный аппарат «Лупа времени», модель ZL-1

Лентопротяжный механизм и оптический компенсатор. Действие аппарата основано на непрерывном движении пленки и использовании в качестве оптического компенсатора вращающихся зеркальных барабанов с зеркалами, расположенными по внутренней поверхности цилиндра. Для расширения диапазона частот съемки применены сменные барабаны с различным количеством граней-зеркал: 30, 60, 90 и 120.

При этом диаметр барабанов остается постоянным. Протягивание пленки осуществляется двумя зубчатыми барабанами, количество оборотов которых может изменяться в заданных пределах. Максимальная скорость продвижения кинопленки достигает 38 *м/с*.

Размеры кадра и частота съемки. Полный размер кадра на 35-*мм* кинопленке 18×22 *мм* достигается только при использовании барабана с 30 гранями, при этом могут быть получены фиксированные частоты съемки 250, 500, 750, 1000, 1500 и 2000 *кадр/с*.

Применение барабана с 60 гранями позволяет получить кадр размером 9×22 *мм* и частоты съемки 500, 1000, 1500, 2000, 3000 и 4000 *кадр/с*.

Барабан с 90 гранями позволяет получить кадр размером 6×22 *мм* и частоты съемки 750, 1500, 2250, 3000, 4500 и 6000 *кадр/с*. При этом же барабане, но с использованием дополнительной насадки с тремя призмами можно производить съемку на кадр размером 6×7 *мм* (по три таких кадра по ширине пленки) с частотой 2250, 4500, 6750, 9000, 13 500 и 18 000 *кадр/с*.

Применение барабана с 120 гранями позволяет получить кадр размером 4,5×22 *мм* и частоты съемки 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 и 8000 *кадр/с*, а при использовании дополнительной насадки с пятью призмами можно снимать на кадр размером 4,5×4 *мм* с частотами 5000, 10 000, 15 000, 20 000, 30 000 и 40 000 *кадр/с*. При этом кадры расположены на пленке по ширине в пять рядов.

Объективы. Камера снабжена двумя сменными объективами с фокусными расстояниями 45 и 360 *мм*. Первый имеет относительное отверстие 1:2, а второй — 1:2,8. Дистанция наводки на резкость короткофокусного объектива от 1 *м* до ∞, а длиннофокусного — от 5 *м* до ∞. Насадочная линза в 1 *D* позволяет наводить на резкость объектив с фокусным расстоянием 45 *мм* на дистанции от 0,5 *м*. Специальные насадочные линзы к объективу с фокусным расстоянием 360 *мм* предназначены для проведения макросъемок в масштабе 1:1; 1:2 и 2:1.

Фокусирование производится по резкости изображения, рассматриваемого в лупу с увеличением $5^{\times}$.

Система визирования. Приставной оптический визир со сменными объективами. Объектив визира с фокусным расстоянием 20 *мм* применяется со съемочным объективом с $f=45$ *мм*, а объектив визира с фокусным расстоянием 160 *мм* со съемочным объективом с $f=360$ *мм*.

Кассеты полуторные на 50 *м* кинопленки вставляются внутрь корпуса аппарата.

Электропривод. Специальный трехфазный электродвигатель переменного тока на напряжение 220/380 *В* питается от электросети через специальное питающее распределительное устройство. Двигатель крепится на штативе камеры и соединяется с ней приводным ремнем.

Контрольные приборы. Тахометр для контроля частоты съемки проградуирован для работы на формат кадра 18×22 *мм* с зеркальным барабаном на 30 граней. При использовании других форматов и барабанов должен производиться соответствующий пересчет показаний.

Особые характеристики. Для точной фиксации масштаба времени камера имеет дополнительный датчик электрических импульсов с частотой 1000 и 50 *Гц* и соответствующие устройства в самом аппарате для их фиксации на пленке в виде штрихов у перфорационной дорожки. Безотказность работы при низких окружающих температурах обеспечивается специальной системой электрического подогрева, рассчитанного до −50° С.

Дополнительные приспособления. Специальный штатив для аппарата с головкой, поворачивающейся на 360° по горизонтали и ±15° по вертикали. Высота оптической оси камеры может изменяться от 1 до 1,7 *м* от поверхности земли. Специальная моталка и приспособление для вощения пленки.

Размеры с длиннофокусным объективом 855×390×415 *мм*.

Комплект в транспортных чемоданах весит около 300 *кг*.

22. АППАРАТ HS-300 ДЛЯ СЪЕМОК С ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТОЙ (ФИРМА «ВИНТЕН», АНГЛИЯ)

Аппарат HS-300 (рис. II-24) предназначен для съемок с повышенной частотой и используется главным образом при производстве научно-популярных фильмов. В художественной кинематографии применяется для съемки движущихся макетов.

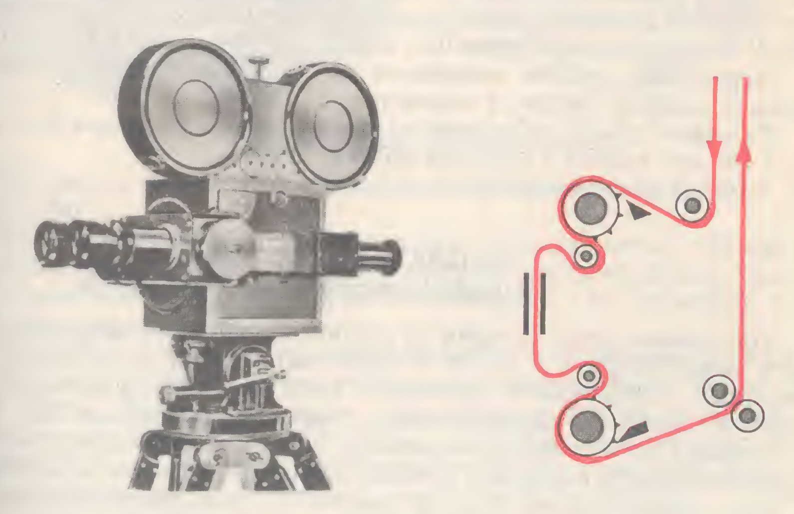


Рис. II-24. Киносъемочный аппарат HS-300 фирмы «Винтен»

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование пленки осуществляется в одной плоскости двумя зубчатыми барабанами, а прерывистое — грейферным механизмом с двусторонним четырехзубым грейфером и таким же подвижным контргрейфером. Частота съемки может плавно изменяться от 24 до 275 *кадр/с*.

Обтюратор обычный дисковый двухлопастный с переменным от 5 до 85° углом открытия, что при меньшем в два раза количестве

оборотов соответствует эквивалентным углам 10—170°. Величина угла открытия обтюратора устанавливается перед пуском аппарата.

Объективы и система визирования. На аппарате можно установить различные съемочные объективы с постоянным фокусным расстоянием. На камеру одновременно ставятся два одинаковых объектива, из которых один используется как съемочный, а второй — как визирный. Визирование и наводку на резкость производят по изображению, построенному на матовом стекле вторым объективом и рассматриваемому в лупу. Оба объектива жестко связаны между собой и при фокусировании перемещаются одновременно. Длиннофокусные объективы устанавливаются по одному, а наводка и кадрирование производятся до съемки перемещением съемочного объектива в положение визирующего, когда он строит изображение на матовом стекле. В этом случае наблюдение за кадром во время съемки производится с помощью приставного визира.

Кассеты двойные на 120 *м* кинопленки.

Электропривод. Аппарат комплектуется двумя электродвигателями постоянного тока на напряжение 24 *В*. Один двигатель используется при съемках с частотой до 120 *кадр/с*, а второй — до 300 *кадр/с*.

Специальные устройства. Для точного определения действительной частоты съемки в каждый момент камера снабжена камертонным устройством световой разметки проходящей пленки, которое дает световые импульсы точно через 0,01 *с*.

Нормальная работа механизма камеры обеспечивается принудительной смазкой трущихся элементов.

Размеры: длина с объективами и лупой 570 *мм*, ширина без двигателя 190 *мм*, высота с кассетой 420 *мм*.

Аппарат весит около 30 *кг*.

АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ШИРОКОФОРМАТНЫХ ФИЛЬМОВ

Для производства фильмов по различным системам широкоформатного кинематографа в СССР и США выпускается соответствующая съемочная аппаратура. В Советском Союзе для отечественной системы широкоформатного кинематографа, основанной на применении 70-*мм* кинопленок как в съемочном процессе, так и для печати фильмокопий, промышленность выпускает ручные, натурные и синхронные аппараты, а также камеры для ускоренных съемок. В США аппаратуру аналогичного назначения изготовляют фирмы «Митчелл» и «Панавижн». Она рассчитана на кинопленку шириной 65 *мм*, используемую в Америке для съемок, хотя в ряде случаев предусматривается возможность применения и 70-*мм* кинопленки. Так как в США и странах Западной Европы различные системы широкоформатного кинематографа имеют близкие размеры кадра в негативе, то выпускаемая этими фирмами съемочная аппаратура может использоваться при производстве фильмов по широкоформатным системам «Тодд А. О.», «Ультра-Синерама», «Панавижн-70», «МГМ-Камера-65», «Супер-Панавижн» и др.

1. РУЧНОЙ 70-ММ АППАРАТ 1 КСШР («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат 1КСШР (рис. II-25) предназначен для съемки отдельных эпизодов широкоформатных фильмов, требующих особой подвижности камеры.

Лентопротяжный механизм. Механизм равномерного транспортирования кинопленки, состоящий из двух зубчатых барабанов — подающего и принимающего, расположен в кассетах аппарата. В самой камере находится только двусторонний двузубый грейфер, продвигающий кинопленку в зоне фильмового канала. Контргрейфера в аппарате нет. Частота съемки может изменяться от 12 до 32 *кадр/с*.

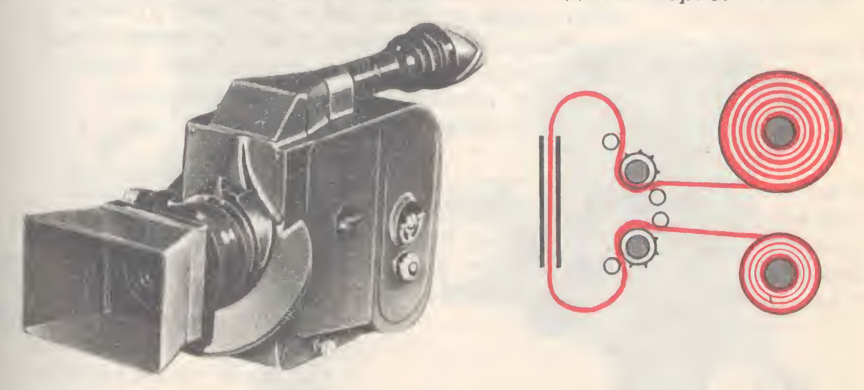


Рис. II-25. Киносъемочный аппарат 1КСШР

Обтюратор зеркальный однолопастный с постоянным углом открытия 160°.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением $3{,}3^{\times}$, имеющую корректировку по глазу ± 5 *D*.

Объективы. В комплект аппарата входит пять объективов типа ОКС для широкоформатного кадра с фокусными расстояниями 28, 40, 56, 75 и 100 *мм*. Кроме того, можно применять и другие объективы с постоянным и переменным фокусным расстоянием, рассчитанные на кадр 23×52,5 *мм* в соответствующих переходных оправах. Фокусирование производится по резкости изображения на матовом стекле в визире или по шкалам на оправах объективов.

Кассеты полуторные быстросменные магазинного типа емкостью 40 и 75 *м*. Такая емкость кассет по времени съемки эквивалентна 30- и 60-*м* кассетам в системах 35-*мм* кинематографа.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока на напряжение 12 *В*, мощностью до 50 *Вт* питается от батареи портативных аккумуляторов.

Размеры: 455×195×330 *мм*.

Аппарат весит 6 *кг*.

2. 70-ММ АППАРАТ «РОССИЯ» ДЛЯ СИНХРОННЫХ СЪЕМОК («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Россия» (рис. II-26) предназначен для проведения звуковых синхронных съемок в павильонах киностудий.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки в прямом и обратном направлении осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном, а в зоне фильмового канала— двусторонним двузубыми грейфером. Точное положение пленки во время экспонирования обеспечивается подвижным контргрейфером. Частота съемки постоянная 24 *кадр/с*.

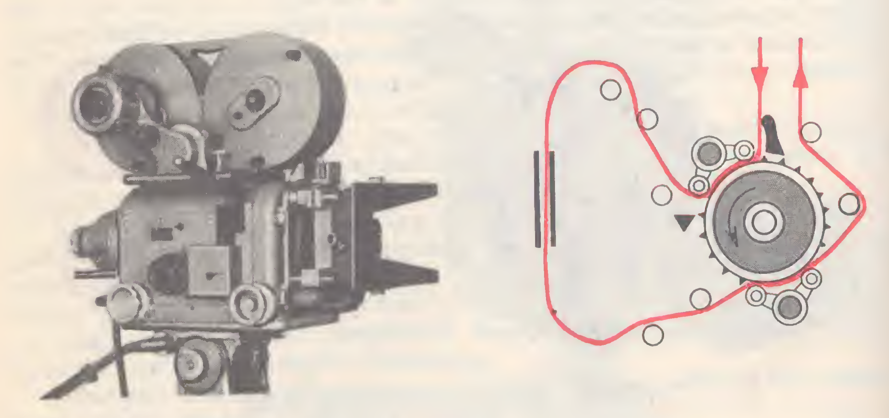


Рис. II-26. Киносъемочный аппарат «Россия»

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 0 до 165° углом открытия. Для наплывов и вытеснений имеется приставной полуавтоматический механизм, выполняющий закрытие или открытие обтюратора за время прохождения через аппарат 1,25; 1,9 или 3,1 *м* пленки. Этот механизм приводится в действие отдельным синхронным электродвигателем гистерезисного типа мощностью 7 *Вт* на напряжение 220 *В*.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением 3,25ˣ и коррективкой по глазу ±5 *D*. При этом за границами кадра видна дополнительная зона окружающего пространства для лучшей ориентации оператора при съемках с движением. Кроме того, имеется приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки.

Объективы. Аппарат комплектуется объективами типа ОКС для широкоформатного кадра с фокусными расстояниями 28, 40, 56, 75 и 100 *мм*. Кроме того, можно использовать объективы других фокусных расстояний и объективы с переменным фокусом. Наводка производится по дистанционным шкалам на переходных оправах объективов или визуально по резкости изображения на матовом стекле через лупу системы визирования. Для повышения остроты наводки эта лупа может иметь увеличение 6,5ˣ для центра кадра. Аппарат снабжен двумя светозащитными устройствами жесткого типа с прямоугольными блендами. Одно применяется с объективами фокусного расстояния от 40 до 100 *мм*, а другое только с объективом с $f = 28$ *мм*. Светозащитные устройства имеют держатели для светофильтров размером 150×150 и 150×180 *мм*.

Кассеты двойные на 300 *м* кинопленки с приводом наматывателей от отдельного электродвигателя переменного тока.

Электропривод. Синхронный электродвигатель гистерезисного типа трехфазного переменного тока на напряжение 220 *В*, мощностью 110 *Вт*. Электропитание всего аппарата производится от сети переменного тока через специальное питающее распределительное устройство.

Особые характеристики. Аппарат имеет устройство для стартовой маркировки и подачи синхронизирующего сигнала на магнитофон при синхронных съемках. Для синхронной съемки особо крупных планов с близкого расстояния для понижения уровня шума аппарат снабжен звукопоглощающим устройством на объектив с защитным стеклом и фильтродержателями.

Размеры: 800×596×615 *мм*.

Аппарат весит 70 *кг*.

3. 70-ММ АППАРАТ «БЕРЕЗКА» ДЛЯ НАТУРНЫХ СЪЕМОК, МОДЕЛЬ 1СШН («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Березка» (рис. II-27) предназначен для проведения натурных съемок и по уровню шума позволяет осуществлять запись как черновой, так и чистовой фонограммы.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки в прямом и обратном направлении осуществляется одним комбинированным

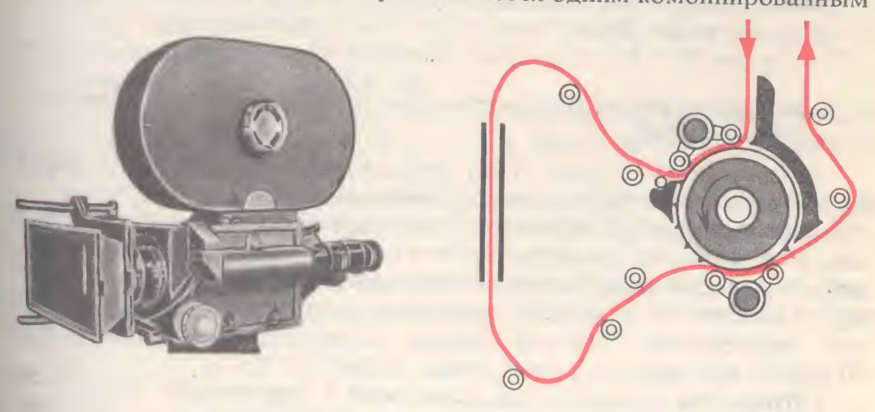


Рис. II-27. Киносъемочный аппарат «Березка»

зубчатым барабаном, а на участке фильмового канала — двусторонним двузубым грейфером. Положение кинопленки во время экспонирования фиксируется подвижным двузубым контргрейфером. Частота съемки может изменяться от 12 до 32 *кадр/с*. Ход пленки в аппарате и его зарядка аналогичны аппарату «Россия».

Обтюратор зеркальный однолопастный с постоянным углом открытия 165°.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения, построенного на матовом стекле съемочным объективом, через лупу с увеличением 3,25×.

Объективы можно применять любые с постоянным и переменным фокусным расстоянием, рассчитанные на размер широкоформатного кадра. Фокусирование производится по шкалам дистанций на переходных оправах объективов или по резкости изображения на матовом стекле в системе визирования. Камера снабжена светозащитным устройством с жесткой прямоугольной блендой и сменными кашетами для объективов различных фокусных расстояний, а также держателями для светофильтров размером 150×150 и 150×180 *мм*.

Кассеты полуторные емкостью 300 *м* и двойные на 150 *м* пленки имеют указатели количества неэкспонированной кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока на напряжение 24 *В*, мощностью 200 *Вт* питается через специальное распределительное устройство. При этом обеспечивается постоянство оборотов двигателя для частот съемки 12, 16, 24 и 32 *кадр/с*. Вторым является трехфазный синхронный электродвигатель переменного тока на напряжение 36 *В*, мощностью 110 *Вт*, питающийся от сети переменного тока частотой 50 *Гц* при напряжении 220 или 380 *В* через свое питающее устройство.

Контрольные приборы. Индикатор синхронности хода камеры и счетчик количества пленки.

Размеры: 510×270×510 *мм*.

Аппарат весит 30 *кг*.

4. 70-ММ АППАРАТ 70-КСК ДЛЯ УСКОРЕННЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ КИНОСЪЕМОК («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат 70-КСК (рис. II-28) предназначен для работы на одной и двух кинопленках при съемке комбинированных кадров.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки в прямом и обратном направлении осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном и двусторонним грейфером, который имеет по два зуба с каждой стороны для уменьшения нагрузки на межперфорационные промежутки. Частота съемки может плавно изменяться до 90 *кадр/с* при прямом ходе и одной пленке.

Обтюратор дисковый однолопастный с переменным от 0 до 160° углом открытия. Для выполнения наплывов и вытеснений применяют

приставной механизм полуавтоматического управления углом открытия обтюратора.

Система визирования беспараллаксная, при подготовке к съемке осуществляется путем рассматривания в лупу изображения, построенного съемочным объективом на матовом стекле, вводимом вместо пленки. Во время съемки используется только приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки.

Объективы. Аппарат комплектуется объективами типа ОКС для широкого формата с фокусными расстояниями 28, 40, 56, 75 и 100 *мм*.

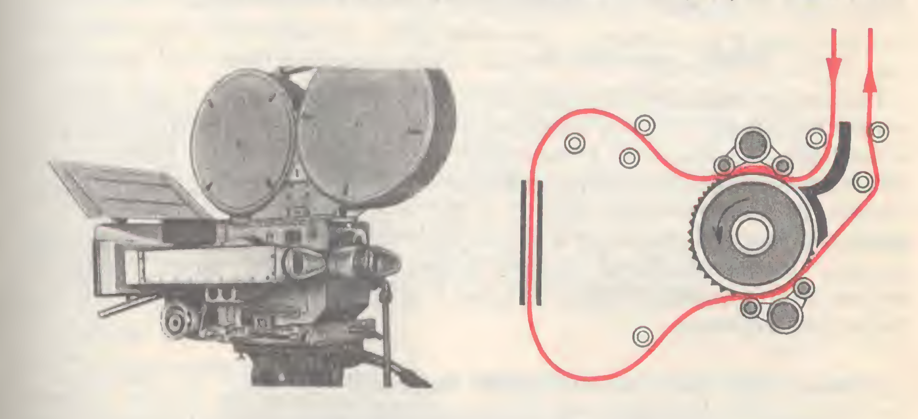


Рис. II-28. Киносъемочный аппарат 70-КСК

Наводка на резкость производится при подготовке к съемке по изображению на матовом стекле или по дистанционным шкалам на оправах объективов. Аппарат имеет два светозащитных устройства с жесткими прямоугольными блендами и держателями для прямоугольных светофильтров. Одно светозащитное устройство предназначено для работы с объективами, имеющими фокусные расстояния 28 и 40 *мм*, второе — с объективами с *f*=56, 75 и 100 *мм*.

Кассеты двойные емкостью 300 *м* — для съемок на одной пленке и счетверенные емкостью по 150 *м* — для часто необходимой работы на двух пленках.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока на напряжение 24 *В*, мощностью 220 *Вт*, предназначенный для питания от аккумуляторной батареи.

Контрольные приборы. Тахометр для контроля частоты съемки, отградуированный в количестве кадров в секунду, и счетчик метров пленки и количества кадров.

Размеры: 700×480×543 *мм*.

Аппарат весит 41 *кг*.

5. ШИРОКОФОРМАТНЫЕ АППАРАТЫ ФИРМЫ «ПАНАВИЖН» (США)

РУЧНОЙ АППАРАТ «ПАНАФЛЕКС»

Аппарат имеет зеркальный обтюратор с постоянным углом открытия 170° и грейферный механизм с контргрейфером, обеспечивающий съемку с частотой от 16 до 32 *кадр/с*. Наблюдение за снимаемым кадром и фокусирование объективов осуществляется через лупу по изображению на матовом стекле, построенному съемочным объективом. Применяются кассеты полуторного типа емкостью 75 и 150 *м* кинопленки. Привод аппарата производится от электродвигателя постоянного тока 30 *В* с ручным управлением числом оборотов.

РУЧНОЙ АППАРАТ „ПАНАВИЖН-65»

Аппарат снабжен обычным дисковым обтюратором с постоянным углом открытия 170° и грейферным механизмом с контргрейфером, позволяющим снимать с частотой от 16 до 32 *кадр/с*. Наблюдение за снимаемым кадром осуществляется через оптический визир. Применяются кассеты емкостью 75 и 150 *м* пленки. На аппарате можно использовать все обычные и анаморфотные объективы фирмы «Панавижн», рассчитанные на размер широкоформатного кадра. Аппарат может быть укомплектован боксом и другими приспособлениями для подводных съемок.

ПАВИЛЬОННЫЙ МАЛОШУМНЫЙ АППАРАТ «ПАНАВИЖН»

Аппарат имеет обычный дисковый обтюратор с переменным углом открытия от 50 до 200°, двусторонний грейфер, ведущий пленку за две перфорации с каждой стороны, и подвижный контргрейфер. Частота съемки может изменяться от покадровой до 32 *кадр/с*. Визирование осуществляется с помощью приставного оптического визира с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки. В камере применяются обычные и анаморфотные объективы фирмы «Панавижн». Наводка на фокус выполняется по дистанционным шкалам или по резкости изображения на матовом стекле при подготовке к съемке. Кассеты используются двойные емкостью 150 и 300 *м* кинопленки. Набор приводных электродвигателей включает двигатель постоянно-переменного тока 110 *В* с переменным числом оборотов для съемок с частотой от 8 до 24 *кадр/с*; двигатель постоянно-переменного тока 110 *В* для съемок с частотой от 12 до 32 *кадр/с*; синхронные двигатели для звуковых съемок при частоте питающей сети 50 и 60 *Гц* и электродвигатель переменного тока 110 *В* для покадровых съемок.

СКОРОСТНОЙ АППАРАТ «ПАНАВИЖН»

Аппарат предназначен для съемок с частотой до 72 *кадр/с*. Имеет двусторонний четырехзубый грейфер с контргрейфером, однолопастный дисковый обтюратор с переменным углом открытия, изменяемым ступенями по 10° до 170°. Камера снабжена 150- и 300-*м* кассетами.

Наблюдение за кадром осуществляется через приставной оптический визир с исправлением параллакса для дистанции наводки. В аппарате применяются съемочные объективы фирмы «Панавижн» для кадра широкоформатной системы.

6. ШИРОКОФОРМАТНЫЕ АППАРАТЫ ФИРМЫ «МИТЧЕЛЛ» (США)

РУЧНОЙ АППАРАТ АР-65

Аппарат АР-65 имеет зеркальный обтюратор с постоянным углом открытия 175° и грейферный механизм с контргрейфером, обеспечивающий съемку с частотой от 12 до 32 *кадр/с*. Камера может комплектоваться объективами с постоянным и переменным фокусным расстоянием для широкоформатного кадра. Применяются кассеты емкостью 105 и 300 *м* с указателем остатка неэкспонированной пленки. Основной приводной электродвигатель постоянного тока напряжением 28 *В* для фиксированных частот съемки 12, 18, 20, 22, 24, 28 и 32 *кадр/с* питается от батареи никель-кадмиевых аккумуляторов или через полупроводниковый преобразователь от сети переменного тока 110 *В*. Кроме того, имеются синхронные электродвигатели переменного тока 110 и 220 *В*, а также двигатель для покадровой съемки.

Может применяться с боксом для подводных съемок.

АППАРАТ BFC

Аппарат BFC предназначен для синхронных съемок на 65-*мм* кинопленке, создан по системе известного 35-*мм* аппарата BNC этой же фирмы и в основном повторяет особенности его механизма и большинства функциональных узлов. Набор объективов с фокусными расстояниями 30, 38, 40, 45, 55, 75, 80, 105 и 150 *мм* позволяет проводить разнообразные съемки. Для наблюдения за кадром применяется приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса.

АППАРАТ FC

Аппарат FC предназначен для несинхронных и натурных съемок, а также съемок с повышенной частотой до 96 *кадр/с*. Он создан на основе конструкции аналогичных 35-*мм* аппаратов. В нем применяются те же объективы с постоянными фокусными расстояниями, что и в камере BFC, приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки, приводные электродвигатели постоянного и переменного тока и двойные кассеты емкостью 300 *м* кинопленки.

АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ НА 16-ММ КИНОПЛЕНКЕ

Широкое применение 16-*мм* формата кинопленки в телевидении, кинохронике, производстве учебных и инструктивных фильмов, а также в научных исследованиях и для других целей привело к созданию 16-*мм*

профессиональной киносъемочной аппаратуры различного назначения, которая выпускается многими фирмами в различных странах. Отличительной особенностью ряда таких аппаратов является большая степень автоматизации, что облегчает работу оператора в трудных условиях репортажных съемок.

Ниже приведены основные технические характеристики профессиональных 16-*мм* киносъемочных аппаратов, выпускаемых в СССР, и даны сведения о некоторых наиболее распространенных аппаратах иностранных фирм.

1. РУЧНОЙ АППАРАТ «КИНОР» («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Кинор» (рис. II-29) предназначен для репортажных съемок в кинематографии и телевидении.

Лентопротяжный механизм. Равномерное продвижение кинопленки осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном, расположенным в кассете, а прерывистое — в зоне фильмового канала одно-

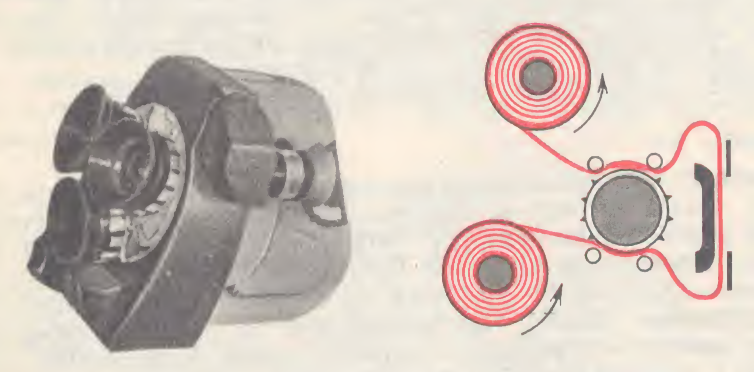


Рис. II-29. Киносъемочный аппарат «Кинор»

зубым односторонним грейфером с фиксацией положения однозубым подвижным контргрейфером. Механизм позволяет применять кинопленку как с односторонней, так и с двусторонней перфорацией и производить съемку с частотой от 16 до 64 *кадр/с*.

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 70 до 170° углом открытия.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением 10$^{\times}$. Для удобства наблюдения при различных положениях камеры окулярная часть лупы поворачивается на 360° и может корректироваться по глазу в пределах $\pm 5D$.

Объективы. В комплект аппарата входят объективы типа ОКС с фокусными расстояниями 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100 и 150 *мм*, а также

объектив с переменным от 12 до 120 *мм* фокусным расстоянием. Аппарат имеет турель для одновременной установки трех объективов с фокусными расстояниями до 75 *мм*. Более длиннофокусные устанавливаются по одному. В качестве светозащитных устройств используются индивидуальные круглые бленды и раздвижное светозащитное устройство с держателем для двух светофильтров. Наводка на резкость производится визуально по изображению на матовом стекле, видимому в лупу.

Кассеты полуторные быстросменные магазинного типа на 30 и 120 *м* имеют указатели количества оставшейся пленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока 27 *В* питается через повышающий напряжение преобразователь от портативного аккумулятора 6—7,5 *В*. Преобразователь стабилизирует обороты двигателя мощностью 24 *Вт* для частот съемки от 8 до 64 *кадр/с*. Синхронный электродвигатель переменного тока мощностью 12 *Вт* для питания от сети напряжением 127/220 *В*, 50 *Гц* обеспечивает синхронность при съемках с частотой 24 и 25 *кадр/с*.

Особые характеристики. Аппарат имеет систему синхронизации с магнитофоном по методу «пилот-тон» и устройство для стартовой световой маркировки.

Размеры: 280×200×210 *мм*.

Аппарат весит 4,7 *кг*.

2. РУЧНОЙ АППАРАТ 16-СП (СССР)

Аппарат 16-СП (рис. II-30) предназначен для репортажных съемок в телевидении и кинематографии.

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование кинопленки выполняется механизмом с одним комбинированным зубчатым барабаном, расположенным в кассете. В самой камере находится только грейферный механизм с односторонним однозубым грейфером. Аппарат допускает съемку с прямым и обратным направлением движения пленки с односторонним и двусторонним перфорированием в диапазоне частот от 8 до 64 *кадр/с*.

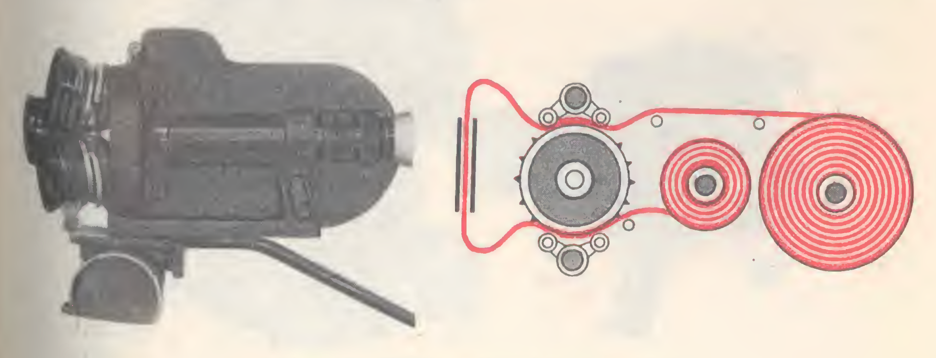


Рис. II-30. Киносъемочный аппарат 16-СП

Обтюратор зеркальный двухлопастный с переменным (эквивалентным) углом открытия от 30 до 168° (максимальный физический угол 84°).

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением 10ˣ, имеющую корректировку по глазу в пределах ±5 *D*.

Объективы. В комплект входят объективы с фокусными расстояниями 10, 15, 25, 50 и 75 *мм*, устанавливаемые в гнезда трехобъективной турели. Кроме того, можно использовать объективы с переменным фокусным расстоянием и длиннофокусные. В аппарате применено светозащитное устройство с раздвижным мехом прямоугольной формы и фильтродержателями. Фокусирование производят по резкости изображения, видимого в лупу, или по шкалам дистанций на оправах объективов.

Кассеты полуторные магазинного типа на 30 *м* кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока 6 *В* мощностью 20 *Вт*.

Контрольные приборы. Тахометр, отградуированный в количестве кадров в секунду, для контроля частоты съемки. Счетчики количества прошедшей пленки в метрах и количества снятых кадров.

Размеры: 265×180×182 *мм*.

Аппарат весит 3,8 *кг*.

3. РУЧНОЙ АППАРАТ «КРАСНОГОРСК», МОДЕЛЬ «КРАСНОГОРСК-2» (СССР)

Аппарат «Красногорск-2» (рис. II-31) применяется главным образом для документальных съемок в научных экспедициях, на производстве и в кинолюбительской практике.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки производится только в прямом направлении одним комбинированным барабаном, а на участке фильмового канала — однозубым односторонним грейфером. Можно применять кинопленку с односторонней и двусторонней перфорацией. Частоты съемки фиксированные: 8, 12, 16, 24, 32 и 48 *кадр/с*.

Обтюратор зеркальный двухлопастный с постоянным эквивалентным углом открытия 150° (физический угол 75°).

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле с увеличением 10ˣ.

Объективы. Аппарат имеет объектив «Метеор-5-1» с переменным от 17 до 70 *мм* фокусным расстоянием и относительным отверстием 1:1,9. Объектив может фокусироваться на дистанции от 2 *м* до ∞, а для более близких расстояний на него надевают насадочную линзу. Он также снабжен светозащитной блендой и светофильтрами.

Кассеты полуторные емкостью 30 *м* кинопленки.

Привод. Пружинный двигатель, обеспечивающий протягивание за один завод 5 *м* кинопленки.

Особые характеристики. Аппарат имеет полуавтоматическую систему определения и установки правильного режима экспонирования кинопленки, действующую при различных условиях освещения. С помощью фоторезистора и гальванометра производится измерение части светового потока, прошедшего через съемочный объектив. Стрелка гальванометра видна в визирующем устройстве аппарата и устанавливается в заданное положение изменением диафрагмы объектива. Устройство действует при частоте съемки 24 *кадр/с* и в пределах чувствительности кинопленок от 8 до 250 ед. ГОСТ. Для других частот съемки предел чувствительности пленок несколько изменяется.

Размеры: 200×60×160 *мм*.

Аппарат весит около 3 *кг*.

4. АППАРАТ «РУСЬ» ДЛЯ СИНХРОННЫХ СЪЕМОК («МОСКИНАП», СССР)

Аппарат «Русь» (рис. II-32) предназначен для проведения звуковых синхронных съемок при производстве телевизионных фильмов.

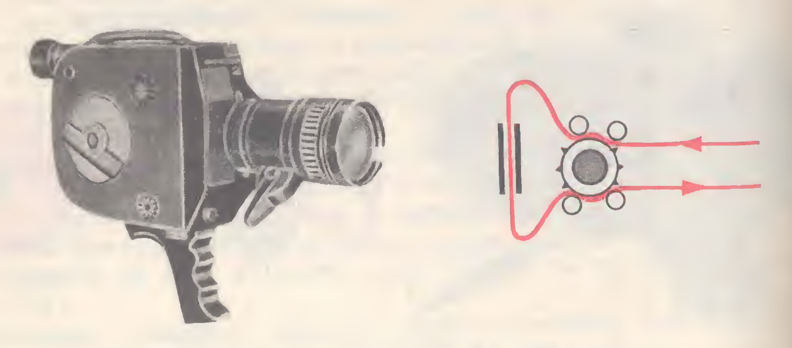


Рис. II-31. Киносъемочный аппарат «Красногорск-2»



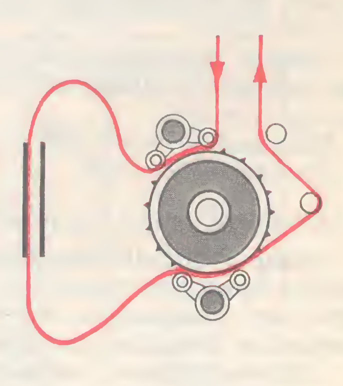


Рис. II-32. Киносъемочный аппарат «Русь»

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки в прямом и обратном направлении осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном, а на участке фильмового канала — однозубым односторонним грейфером с фиксацией положения однозубым контргрейфером. Частота съемки отвечает телевизионному стандарту и равна 25 *кадр/с*.

Обтюратор зеркальный однолопастный с переменным от 0 до 170° углом открытия. Для выполнения наплывов или затемнений имеется полуавтоматический механизм управления углом открытия обтюратора, работающий от отдельного синхронного гистерезисного электродвигателя переменного тока мощностью 7 *Вт* на напряжение 220 *В*, делающего 3000 *об/мин*. Это устройство позволяет полностью открыть или закрыть обтюратор за время, равное прохождению 0,4; 0,6 или 1 *м* кинопленки.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу с увеличением 14×. Зона визирования несколько больше поля изображения, соответствующего кадру и ограниченному в визире рамкой. Имеется приставной оптический визир с автоматическим исправлением параллакса для дистанции наводки.

Объективы. Аппарат комплектуется объективами типа ОКС с фокусными расстояниями 10, 15, 25, 50, 75, 100 и 150 *мм*. Кроме того, можно использовать объективы с переменным фокусным расстоянием. Фокусирование производится по резкости изображения на матовом стекле в визирующей системе или по дистанционным шкалам на оправах объективов. Камера имеет два светозащитных устройства с жесткими прямоугольными блендами: одно — для работы с широкоугольными объективами, имеющими фокусные расстояния 10 и 15 *мм*, а второе — со всеми остальными. Светозащитные устройства имеют рамки для установки трех светофильтров.

Кассеты двойные на 120 и 300 *м* кинопленки.

Электропривод. Синхронный гистерезисный электродвигатель трехфазного переменного тока 50 *Гц*, напряжением 127 или 220 *В*, мощностью 20 *Вт*.

Особые характеристики. Аппарат имеет устройство для стартовой синхронной маркировки изображения и фонограммы при синхронных съемках.

Размеры: 540×440×490 *мм* с кассетой 300 *м*.

Аппарат весит 21 *кг*.

5. СКОРОСТНОЙ АППАРАТ СКС-1М (СССР)

Аппарат СКС-1М предназначен в первую очередь для фиксации различных быстропротекающих процессов при научных исследованиях и позволяет производить съемки в большом диапазоне частот и при нескольких форматах кадра на 16-*мм* кинопленке.

Лентопротяжный механизм и оптический компенсатор. Аппарат построен на основе принципа фиксации изображения на непрерывно и

равномерно движущейся кинопленке при помощи оптического компенсатора. В качестве оптического компенсатора применены вращающиеся сменные четырех- и восьмигранные призмы. Транспортирование кинопленки на открытых бобинах осуществляется одним зубчатым барабаном, который приводится в движение отдельным электродвигателем. Второй такой же двигатель вращает ось наматывателя приемной бобины, на которой может поместиться 30 *м* 16-*мм* кинопленки.

Схема прохождения кинопленки в аппарате показана на рис. II-33.

Частоты съемки и размеры кадра. Полный размер кадра 10,05×7,45 *мм* может быть получен на 16-*мм* кинопленке только при четырехгранной призме компенсатора. В этом случае предельная частота съемки достигает 4000 *кадр/с*, а кратковременно в форсированном режиме и 8000 *кадр/с*. С применением восьмигранной призмы на кинопленке 2×8 *мм* может быть получено два ряда кадров, как в системе узкопленочного кинематографа с размером кадра 5,1×3,75 *мм*. При этом предельная частота съемки 8000 или 16 000 *кадр/с*.

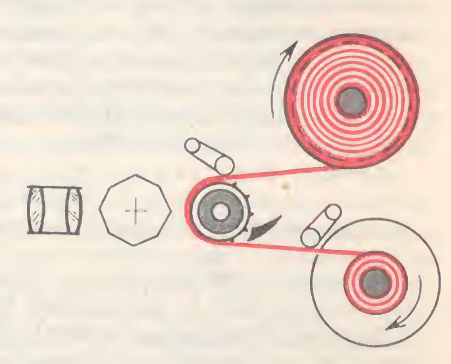


Рис. II-33. Схема прохождения кинопленки в киносъемочном аппарате СКС-1М

Объективы. С обоими компенсаторами применяется объектив с фокусным расстоянием 50 *мм*. Наводка на резкость и установка кадра производятся при подготовке к съемке. Изображение на пленке рассматривается через лупу сквозной наводки с увеличением 10×.

Время экспонирования при различных частотах съемки

16-*мм* кадр $K_{обт}=0,2$		8-*мм* кадр $K_{обт}=0,16$	
частота съемки, *кадр/с*	время экспонирования, *с*	частота съемки, *кадр/с*	время экспонирования, *с*
150	1/750	250	1/1563
250	1/1250	500	1/3125
400	1/2000	1 000	1/6250
500	1/2500	1 500	1/9375
1000	1/5000	2 000	1/12500
1500	1/7500	3 000	1/18750
2000	1/10000	4 000	1/25000
2500	1/12500	5 000	1/31250
3000	1/15000	6 000	1/37500
3500	1/17500	7 000	1/43750
4000	1/20000	8 000	1/50000
4500	1/22500	9 000	1/56250
5000	1/25000	10 000	1/62500

Время экспонирования зависит от частоты съемки и коэффициента обтюрации, который для аппарата СКС-1М с четырехгранной призмой равен 0,2, а с восьмигранной — 0,16.

Электропривод. В аппарате применены два одинаковых коллекторных электродвигателя постоянно-переменного тока мощностью 185 *Вт*. Напряжение питания на переменном токе от 30 до 127 *В*, на постоянном — от 10 до 120 *В*. В форсированном режиме съемки напряжение переменного тока на работающем аппарате повышается выше указанных величин и может доходить до 220 *В*.

Особые характеристики. Для точного определения частоты съемки имеется система, впечатывающая непрерывно на пленку световые отметки времени с частотой 100 отметок в секунду.

Размеры: 370×250×275 *мм*.

Аппарат весит 11,3 *кг*.

6. РУЧНОЙ АППАРАТ «ПЕНТАФЛЕКС-16» (ФИРМА «ПЕНТАКОН», ГДР)

Аппарат «Пентафлекс-16» предназначен для репортажных съемок в кинематографии и телевидении (рис. II-34).

Лентопротяжный механизм. Весь механизм равномерного продвижения кинопленки с двумя зубчатыми барабанами размещен в кассете и только односторонний грейфер находится непосредственно



Рис. II-34. Киносъемочный аппарат «Пентафлекс-16»

в аппарате. Механизм допускает съемку при прямом и обратном ходе пленки. При использовании основного электродвигателя и обычных кассет частота съемки может изменяться от 3 до 32 *кадр/с* при прямом движении пленки и доходить до 6 *кадр/с* — при обратном. Со специальным двигателем и особой кассетой можно снимать при прямом ходе пленки с частотой до 96 *кадр/с* и до 19 *кадр/с* — при обратном. Возможна также и покадровая съемка.

Обтюратор зеркальный двухлопастный с переменным от 0 до 180° эквивалентным углом открытия.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле в лупу с увеличением 10×. Предусмотрена корректировка окуляра лупы по глазу в пределах ±4 *D*.

Объективы. Камера имеет турель для одновременной установки трех объективов. Объективы с фокусными расстояниями 12,5; 25 и 50 *мм* имеют сочлененное управление величиной относительного отверстия; более длиннофокусные объективы — с $f=80$ и 135 *мм* — диафрагмируются раздельно. Кроме указанных объективов на аппарат можно устанавливать объективы «Пентовар» различных моделей с переменным фокусным расстоянием для 16-*мм* формата.

Кассеты быстросменные емкостью 30, 60 и 120 *м* кинопленки с расположенным внутри лентопротяжным механизмом и специальные кассеты для съемок с повышенной частотой.

Электропривод. Сменные электродвигатели, устанавливаемые на камеру сбоку при работе на штативе и внизу в качестве ручки при съемке с рук. Основной электродвигатель — постоянного тока 12 *В* для съемки с частотой 12, 16, 20, 24 и 32 *кадр/с*; скоростной электродвигатель постоянного тока 12 *В* — для съемок с частотой до 96 *кадр/с*, устанавливаемый на камеру с переходным устройством; синхронный электродвигатель трехфазного переменного тока 220 *В*, 50 *Гц* — для съемки с частотой 25 *кадр/с*. Вместо двигателей можно ставить приводную ручку.

Особые характеристики. В одной из кассет имеется устройство для световых отметок времени с питанием от сети переменного тока.

Размеры с кассетой 30 *м* и основным комплектом объективов: 280×155×230 *мм*.

Аппарат весит 3,7 *кг*.

7. АППАРАТ «ПЕНТАЦЕТ-16» ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ КИНОСЪЕМКИ (ФИРМА «ПЕНТАКОН», ГДР)

Аппарат «Пентацет-16» (рис. II-35) предназначен для съемки быстро протекающих процессов в научно-популярной кинематографии и при исследовательских работах.

Лентопротяжный механизм рассчитан только на равномерное и непрерывное транспортирование пленки в одном направлении на всем пути ее движения, так как высокоскоростная съемка основана на применении оптической компенсации. Камера выпускается в трех модификациях: для съемки с частотой от 150 до 1500 *кадр/с*, от 300 до 3000 *кадр/с* и от 500 до 5000 *кадр/с*.

Оптический компенсатор представляет собой вращающуюся двенадцатигранную призму, расположенную за объективом камеры. Промежуточные значения частот съемки в указанных диапазонах достигаются заменой одной пары сменных шестерен. Частоту съемки ниже указанных минимальных значений можно получить при использовании ручного привода. При максимальной частоте съемки скорость движения пленки составляет 38 *м/с*.



Рис. II-35. Киносъемочный аппарат «Пентацет-16»

Объективы. Основным является объектив с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1:2. Он фокусируется на дистанции от 0,5 до 1,1 *м*. С применением насадочной линзы в 1 *D* это расстояние увеличивается до бесконечности. Второй объектив — с фокусным расстоянием 125 *мм* и относительным отверстием 1:2,8. Он фокусируется на дистанции от 1 *м* до ∞. Три прилагаемые к нему насадочные линзы позволяют получать изображение в масштабе 2:1, 1:1 и 1:2 при расстоянии до снимаемого объекта соответственно 65, 125 и 250 *мм*. Наводка осуществляется через лупу 10× непосредственно по изображению, построенному объективом на кинопленке.

Зарядка. Аппарат заряжается на свету 16-*мм* кинопленкой на 30-*м* катушках.

Электропривод. Электродвигатель трехфазного переменного тока на напряжение 220/380 *В*, питающийся через специальное распределительное устройство от сети переменного тока.

Особые характеристики. Для точного отсчета времени камера может быть укомплектована датчиком световых импульсов для получения на пленке отметок времени в виде штрихов с интервалом точно 0,001 *с*.

Комплект аппарата для хранения и транспортировки размещается в трех чемоданах: чемодан с камерой и принадлежностями размером 73×45×30 *см*, весом 48 *кг*; чемодан со штативом — 35×125×28 *см*, 40 *кг*; пульт управления камерой во время съемки — 27×40×35 *см*, 14,5 *кг*.

Общий вес 102,5 *кг*.

8. АППАРАТЫ ФИРМЫ АРРИ (ФРГ)

Фирма АРРИ (Арнольд и Рихтер) выпускает ряд моделей профессиональных киносъемочных аппаратов 16-*мм* формата и в том числе аппараты «Аррифлекс 16-ST», «Аррифлекс 16-М», «Аррифлекс 16-BL» и «Аррифлекс 16-SR». Большинство из них основано на использовании характерных для этой фирмы и проверенных в длительной работе конструкций грейферных механизмов, узлов зеркального обтюратора и многих других элементов. Вместе с тем каждая из указанных моделей имеет свои особенности и отличия.

РУЧНЫЕ АППАРАТЫ «АРРИФЛЕКС», МОДЕЛИ 16-ST И 16-М

Эти два аппарата схожи по эксплуатационным показателям и конструктивным решениям многих элементов.

Лентопротяжный механизм. Однозубый односторонний грейфер с контргрейфером позволяет транспортировать пленку в прямом и обратном направлении при частоте съемки от 4 до 48 *кадр/с* и обеспечивает хорошую устойчивость изображения. Равномерное транспортирование кинопленки осуществляется в модели 16-ST двумя зубчатыми барабанами, расположенными в самой камере, а в модели 16-М — двумя барабанами, находящимися в кассете.

Обтюратор и система визирования. В обеих моделях применен двухлопастный зеркальный обтюратор с эквивалентным углом открытия 180° и беспараллаксная система визирования с рассматриванием изображения, построенного на матовом стекле съемочным объективом, в лупу с увеличением 10×. Окулярная часть лупы может поворачиваться для удобства работы при низкой и высокой установке камеры, а также устанавливаться для обеспечения возможности наблюдения левым или правым глазом.

Объективы. Возможно применение объективов различных фокусных расстояний, а также объективов с переменным фокусом. Камеры имеют турель на три объектива. Фокусирование производится по резкости изображения, видимого в лупе визира, или по шкалам дистанции на оправах объективов.

Кассеты. В модели аппарата 16-ST применяются специальные кассеты емкостью 60 и 120 *м* кинопленки, но он может заряжаться и кинопленкой на катушках емкостью 15 и 30 *м*. В модели 16-М применены обычные полуторные кассеты «Аррифлекс» на 60 и 120 *м* и можно использовать специальную коаксиальную кассету емкостью 360 *м* кинопленки.

Электропривод. В зависимости от характера съемки с камерами можно применять электродвигатели: постоянного тока 8 *В* для съемки с частотой от 1 до 50 *кадр/с* при прямом и обратном ходе; постоянного тока 8 *В* со стабилизацией частоты съемки 24 и 25 *кадр/с*; синхронный электродвигатель переменного тока 110 *В* 50 и 60 *Гц* для звуковых съемок; электродвигатель переменного тока 110 *В* для покадровых съемок со временем экспонирования $^1/_{10}$, $^3/_{10}$, и $^9/_{10}$ *с*.

Специальные устройства и контрольные приборы. Камеры снабжены устройством для автоматической и ручной стартовой синхронной разметки пленки с изображением и магнитной ленты фонограммы. Предусмотрена подача синхронизирующих импульсов при съемке с синхронизацией по методу «пилот-тон». Частота съемки контролируется тахометром, проградуированным до 50 *кадр/с*, а расход пленки учитывается счетчиком количества прошедшей через аппарат пленки.

Камеры могут быть укомплектованы специальным устройством для проведения цейтраферных съемок с интервалом съемки, регулируемым в очень больших пределах от одного кадра в 2 *с* до одного кадра в 3 *ч*.

Размеры с компендиумом, двигателем и кассетой 60 *м*: модель 16-ST 405 × 168 × 197 *мм;* модель 16-М 440 × 293 × 293 *мм*.

РУЧНОЙ АППАРАТ «АРРИФЛЕКС 16-BL»

Аппарат «Аррифлекс-16-BL» (рис. II-36) применяется для репортажных съемок в телевидении и кинематографии.

Лентопротяжный механизм. Грейферный механизм с контргрейфером для прерывистого транспортирования пленки типовой для фирмы и обеспечивает съемку с частотой от 10 до 40 *кадр/с*. Равномерное продвижение пленки осуществляется зубчатыми барабанами, находящимися в кассетах. Аппарат допускает проведение синхронной записи звука на отдельном магнитофоне или в самой камере на магнитной дорожке, нанесенной на кинопленку. В этом случае в аппарат ставится специальный звуковой блок с магнитными головками и стабилизатором скорости хода пленки.



Рис. II-36. Киносъемочный аппарат «Аррифлекс 16-BL»

Обтюратор и система визирования. Беспараллаксное визирование через съемочный объектив основано на применении двухлопастного зеркального обтюратора с эквивалентным углом открытия 180°. Изображение, построенное на матовом стекле съемочным объективом, рассматривается в лупу с увеличением $10^{\times}$. Окулярная часть лупы поворачивается для удобства наблюдения при различных положениях камеры.

Объективы. Камера не имеет турели и рассчитана на одновременную установку одного объектива, который для снижения уровня шума помещен в специальный звукозаглушающий бокс-компендиум с держателями для прямоугольных светофильтров. Компендиум рассчитан на применение объективов с постоянным фокусным расстоянием от 8 до 85 *мм* и нескольких типов объективов с переменным фокусным расстоянием. Предусмотрено дистанционное управление этими объективами с помощью микродвигателей.

Кассеты быстросменные полуторные на 120 *м* пленки. Такие кассеты могут быть заряжены на свету пленкой на катушках 30 и 60 *м*. Кроме того, можно использовать специальную коаксиальную кассету емкостью 360 *м* пленки.

Электропривод. Универсальный электродвигатель постоянного тока на напряжение 12 *В* с регулируемым числом оборотов для съемки с частотой от 10 до 40 *кадр/с*. Синхронный электродвигатель переменного тока на напряжение 42 *В* при частоте 50 или 60 *Гц* с устройством для питания от сети переменного тока с напряжением от 110 до 240 *В*. Сетевой электродвигатель 115 *В* с устройством для стартовой синхронной отметки.

Контрольные приборы. Камера снабжена тахометром для контроля частоты съемки до 50 *кадр/с* и счетчиком пленки, работающим при прямом и обратном ходе.

Особые характеристики. Камера имеет встроенное устройство для автоматического определения и регулирования режима экспонирования, основанное на измерении интегральной яркости центральной части изображения, построенного съемочным объективом. Система работает при частоте съемки от 24 до 50 *кадр/с* и светочувствительности кинопленки от 13 до 28 DIN (или от 15 до 500 ед. ГОСТ).

Уровень шума работающего аппарата не более 30 *дБ* на расстоянии 1 *м*.

Размеры с компендиумом, объективом переменного фокусного расстояния в боксе, электродвигателем и кассетой 120 *м*: 565 × 268 × 364 *мм*.

Аппарат в рабочем состоянии с объективом переменного фокусного расстояния весит около 8 *кг*.

РУЧНОЙ АППАРАТ «АРРИФЛЕКС 16-SR»

Аппарат «Аррифлекс 16-SR» (рис. II-37) предназначен для разного рода оперативных съемок в кинематографии и телевидении, а также для съемок с экрана кинескопа.

Лентопротяжный механизм. Грейферный механизм с односторонним однозубым грейфером и контргрейфером позволяет снимать с частотой до 50 *кадр/с*. Зубчатые барабаны расположены в кассетах, где находится и задняя стенка фильмового канала.

Обтюратор зеркальный двухлопастный с эквивалентным углом открытия 180°. При выключении камеры автоматически останавливается в положении визирования.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения в лупу с увеличением $12^{\times}$. Окулярная часть лупы перемещается в трех плоскостях, что позволяет смотреть левым или правым глазом при любом положении камеры.



Рис. II-37. Киносъемочный аппарат «Аррифлекс 16-SR»

Объективы. В камере одно гнездо для установки объектива в байонетной оправе. Основным является «Варио-Зонар» Цейсса с переменным от 10 до 100 *мм* фокусным расстоянием и относительным отверстием 1:2,8. В объективе применена «прыгающая» ирисовая диафрагма, которая при неработающей камере всегда полностью открыта для повышения остроты наводки на фокус и увеличения светосилы визира. При включении аппарата диафрагма автоматически закрывается до назначения заданного условиями экспонирования. Наводка на резкость осуществляется по изображению, наблюдаемому оператором в визире.

Кассеты применены быстросменные коаксиальные емкостью 60 и 120 *м* пленки. Они расположены в задней части камеры.

Электропривод. Для синхронных съемок применяется специальный бесколлекторный 12-*В* электродвигатель постоянного тока с кварцевой стабилизацией частоты съемки 24 и 25 *кадр/с*. Для съемок с частотой до 50 *кадр/с* этот же двигатель применяется с соответствующим датчиком импульсов. Питается двигатель от батареи никелево-кадмиевых аккумуляторов 12 *В*, 1,8 *А/ч*.

Особые характеристики. Камера имеет встроенное устройство для измерения средней яркости изображения центральной части снимаемого объекта и автоматическую систему регулирования величины экспозиции изменением действующего отверстия объектива. Устройство действует при частотах съемки до 50 *кадр/с* и светочувствительности кинопленки от 13 до 28 DJN (или от 15 до 500 ед. ГОСТ).

Для съемки с экрана кинескопа предусмотрена возможность изменения фазы обтюрации и согласования ее с разверткой телевизионного изображения на экране.

При нарушении синхронности хода в визире камеры появляется предупредительный световой сигнал.

Размеры: с кассетами 60 *м* — 290 × 90 × 190 *мм*; с кассетами 120 *мм* — 290 × 90 × 200 *мм*.

В рабочем состоянии аппарат весит 4,5 *кг*.

9. АППАРАТЫ ФИРМЫ «ЭКЛЕР» (ФРАНЦИЯ)

РУЧНОЙ АППАРАТ «ЭКЛЕР-16»

Аппарат «Эклер-16» (рис. II-38) предназначен для немых и синхронных съемок на натуре и в павильоне при производстве кино- и телевизионных фильмов, а также для репортажа.

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование кинопленки осуществляется одним комбинированным зубчатым барабаном, расположенным в кассете, а прерывистое — в зоне фильмового канала односторонним грейфером с контргрейфером. Частота съемки может изменяться от покадровой до 40 *кадр/с*.

Обтюратор однолопастный зеркальный с переменным до 180° углом открытия. При выключении камеры автоматически останавливается в положении визирования.



Рис. II-38. Киносъемочный аппарат «Эклер-16»

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу, которая может переставляться в положения для наблюдения левым или правым глазом. Для удобства наблюдения при различных положениях камеры лупа поворачивается на 360°.

Объективы. Камера имеет поворотную турель на два объектива. На ней одновременно можно устанавливать объективы с фокусными расстояниями от 5,7 до 160 *мм*. Объективы с переменным фокусным расстоянием или более длиннофокусные ставятся по одному. Все объективы имеют индивидуальные светозащитные бленды, но можно применять и универсальный компендиум с держателями для прямоугольных светофильтров. Фокусирование объективов производится по резкости изображения, видимого в визире.

Кассеты быстросменные коаксиального типа емкостью 120 *м* пленки. Кроме того, можно использовать кассету на 300 *м* кинопленки или специальную с магнитной головкой для записи фонограммы на магнитную дорожку, политую на кинопленку.

Электропривод. При синхронных съемках — электродвигатель постоянного тока 12 *В* со стабилизированными частотами съемки 24 и 25 *кадр/с* с подачей на магнитофон синхронизирующих сигналов по методу «пилот-тон» или трехфазный синхронный двигатель переменного тока 220 *В* с инвертером для питания от однофазной сети. Кроме того, имеется электродвигатель постоянного тока 12 *В* с переменным числом оборотов для съемок с частотой от 4 до 40 *кадр/с*. Уровень шума камеры, работающей с частотой 24 *кадр/с*, не превышает 33 *дБ* на расстоянии 1 *м*.

Камера в рабочем состоянии весит около 7 *кг*.

РУЧНОЙ АППАРАТ «ЭКЛЕР-ACL»

Аппарат «Эклер-ACL» (рис. II-39) предназначен для тех же целей, что и модель «Эклер-16», но отличается блочной конструкцией, позволяющей легко заменять в камере целиком крупные узлы при неисправности или модернизации. Для синхронных съемок служит электропривод с двигателем постоянного тока и кварцевой стабилизацией для частоты съемки 24 и 25 *кадр/с*.

Камера имеет зеркальный обтюратор с постоянным углом открытия 175° и беспараллаксную систему визирования, что позволяет при-

менять любые объективы. Аппарат имеет гнездо для установки одного объектива и применяется в основном с объективами переменного фокусного расстояния.

Встроенное в аппарат полуавтоматическое устройство для измерения средней яркости объекта съемки упрощает соблюдение правильного режима экспонирования.



Рис. II-39. Киносъемочный аппарат «Эклер-ACL»

Быстрая перезарядка обеспечивается применением коаксиальных кассет магазинного типа емкостью 60 и 120 *м* кинопленки.

Размеры: 275×150×170 *мм*.

Аппарат весит около 4 *кг*.

10. АППАРАТЫ ФИРМЫ «БОЛЕКС» (ШВЕЙЦАРИЯ)

РУЧНОЙ АППАРАТ «БОЛЕКС 16-PRO»

Аппарат «Болекс 16-PRO» (рис. II-40) — высоко автоматизированная камера для разного рода звуковых и немых киносъемок при разнообразных условиях освещения с системой автоматической установки экспозиции.

Лентопротяжный механизм. Кинопленка транспортируется двумя зубчатыми барабанами, расположенными в самой камере, а в зоне фильмового канала — однозубым односторонним грейфером. Частота съемки изменяется от покадровой до 50 *кадр/с*, а в модели 16-PRO-100 с дополнительной батареей — до 100 *кадр/с*. Имеется возможность обратной съемки и автоматической зарядки пленки без ее заправки в фильмовый канал и фрикцион приемной кассеты.

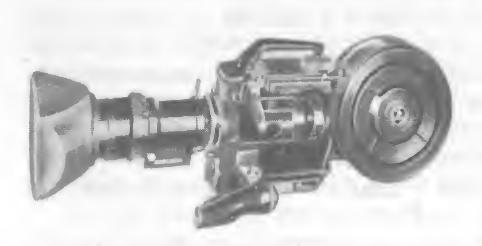


Рис. II-40. Киносъемочный аппарат «Болекс 16-PRO»

Обтюратор зеркальный с постоянным углом открытия 132°, всегда автоматически останавливается, перекрывая кадровое окно в положении визирования.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле или на зеркале через лупу с увеличением 20×. Возможность введения вместо матового стекла плоского зеркала позволяет получать яркое изображение при малой освещенности объекта съемки или при малом отверстии диафрагмы. Лупа поворачивается для удобства визирования при различных положениях камеры и имеет насадку для работы левым глазом. В поле зрения лупы за границей кадра виден указатель установленной величины диафрагмы.

Объективы. Камера может работать с объективами «Анженье» переменного фокусного расстояния 12—120 *мм* с относительным отверстием 1:2,2; «Вариогон» Шнайдера с f =10—100 *мм* и относительным отверстием 1:2 или «Дистагон» Цейсса с постоянным фокусным расстоянием 8 *мм*. Все объективы имеют полностью закрывающиеся диафрагмы, что позволяет производить обратную перемотку пленки без засветки, а также выполнять наплывы и затемнения изменением величины диафрагмы, для чего в аппарате имеется специальный автоматически действующий механизм. Управление изменением фокусного расстояния объектива, наводкой на резкость и величиной диафрагмы осуществляется с помощью бесшумных микроэлектродвигателей, применение которых не исключает возможности ручного управления. Объективы с переменным фокусным расстоянием имеют резиновые светозащитные бленды, предохраняющие их от повреждений при ударах. Фокусирование производится по резкости изображения, видимого в визире, и осуществляется электродвигателем или вручную. Для удобства наводки до начала съемки диафрагма объектива открывается полностью нажатием кнопки на аппарате.

Кассеты специальные коаксиальные емкостью 120 *м* пленки. Каждая кассета в подающем и приемном отделениях имеет указатели количества находящейся в них пленки. Кассеты расположены сзади камеры и обеспечивают устойчивое положение аппарата на плече оператора.

Электропривод. Камера имеет встроенный в корпус специальный вариосинхроэлектродвигатель, который позволяет производить съемки с частотой от 16 до 50 *кадр/с*; синхронные съемки со стабилизированной кварцем частотой 24 и 25 *кадр/с*; покадровые и цейтраферные съемки; съемки с обратным ходом пленки. Двигатель стартует практически без разгона и мгновенно останавливается, что исключает потерю кадров из-за изменения плотности. Источником питания служит портативная аккумуляторная батарея напряжением 12 *В*, соединяемая с двигателем аппарата через инвертор, преобразующий постоянный ток в переменный, и блок электронного управления камерой, в котором сосредоточено управление всеми электродвигателями.

Система управления экспозицией. Камера имеет автоматически действующую систему определения и установки режима экспонирования,

основанную на измерении с помощью фоторезистора величины светового потока, прошедшего через объектив. Сервоэлектродвигатель устанавливает величину диафрагмы объектива, соответствующую условиям освещения, чувствительности применяемой кинопленки и частоте съемки. При изменении освещенности объекта или частоты во время съемки система без вмешательства оператора изменяет диафрагму, непрерывно поддерживая оптимальный режим экспонирования. Система рассчитана на кинопленки с максимальным диапазоном светочувствительности. Если световой режим при выбранной оператором пленке не позволяет получить правильную экспозицию даже при полностью открытой диафрагме, то автоматически подается звуковой предупреждающий сигнал. По желанию автоматическое управление может быть отключено.

Запись звука. Аппарат позволяет записывать звук при синхронной съемке на магнитную дорожку, нанесенную на кинопленку, для чего в камере имеются соответствующие магнитные головки. Для записи на отдельном магнитофоне предусмотрена кварцевая стабилизация частоты и подача синхронизирующих и стартовых сигналов. Для контроля записи, производимой на кинопленке в камере, имеется усилитель с регулятором громкости и небольшим контрольным громкоговорителем, что позволяет не пользоваться наушниками.

Аппарат в варианте записи только на кинопленку весит 9,85 *кг*, а при записи как на кинопленку, так и на отдельном магнитофоне — 10,45 *кг*.

АППАРАТЫ «БОЛЕКС Н-16-RX» И «БОЛЕКС Н-16-ЕВМ ЭЛЕКТРИК»

Эти аппараты широко применяются для различных экспедиционных и оперативных киносъемок репортерами, научными работниками и кинолюбителями. Они нашли широкое распространение во многих странах.

На рис. II-41 показан аппарат «Болекс Н-16-RX».

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки производится двумя зубчатыми барабанами, а в зоне фильмового канала — однозубым односторонним грейфером. Механизм допускает обратный ход кинопленки. Частота съемки от покадровой до 64 *кадр/с*. При использовании 30- и 60-*м* катушек с пленкой зарядка аппарата автоматическая.

Обтюратор и система визирования. Беспараллаксная система визирования через съемочный объектив без применения зеркального обтюратора. Специальная светоделительная призма, помещенная между объективом и пленкой, направляет часть светового потока (около 25%) в визирующее устройство, где на матовом стекле строится изображение, рассматриваемое в лупу с увеличением $14^{\times}$. Кроме того, на камере имеется оптический визир обычного типа. Обтюратор применен дисковый однолопастный с переменным углом открытия, изменяемым ступенями, соответствующими $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ и максимальному открытию.

Объективы. В аппаратах применяются объективы с постоянным и переменным фокусным расстоянием в оправах байонетного типа. В комплект входят объективы с постоянным фокусным расстоянием от 10—16 до 150 *мм*. Кроме того, можно использовать объективы с переменным фокусным расстоянием для 16-*мм* формата: «Варио-Свитар» 17—85 *мм*, 1:3,5; «Варио-Свитар» 16—100 *мм*, 1:1,9; «Пан-Синор» 17—85 *мм*, 1:2; «Пан-Синор» 12—120 *мм*, 1:3,3; «Анженье» 9,5—95 *мм*, 1:2,2; «Анженье» 12—120 *мм*, 1:2,2. Наводка на резкость производится по изображению, видимому в лупу.



Рис. II-41. Киносъемочный аппарат «Болекс Н-16-RX»

Кассеты. В модели Н-16-RX при использовании пружинного двигателя для привода аппарата он заряжается 30-*м* катушками кинопленки. При моторном приводе в обеих моделях можно применять 30- и 60-*м* рулоны пленки, а также наружные кассеты емкостью 120 *м* кинопленки.

Привод. Основным приводом в модели Н-16-RX служит пружинный двигатель с ручным заводом, обеспечивающий протягивание 5 *м* кинопленки. Он позволяет снимать с частотой от 12 до 64 *кадр/с* и осуществлять покадровую съемку. С этой моделью аппарата может быть применен и электродвигатель постоянного тока. В модели «Болекс Н-16-ЕВМ Электрик» электродвигатель постоянного тока 12 *В* является основным видом привода и позволяет производить съемки с частотой 10, 18, 24, 25 и 50 *кадр/с*, а также покадровую. При синхронных съемках с частотой 24 и 25 *кадр/с* применяется стабилизация кварцем. Кроме того, предусмотрены различные варианты синхронизации по методу «пилот-тон».

Камера при зарядке 30 *м* кинопленки с батареей весит 4,2 *кг*, а со 120-*м* кассетой, электродвигателем и батареей — около 5,4 *кг*.

11. АППАРАТЫ ФИРМЫ «МИТЧЕЛЛ» (США)

РЕПОРТАЖНЫЙ РУЧНОЙ АППАРАТ «МИТЧЕЛЛМАТИК-16»

Аппарат «Митчеллматик-16» (рис. II-42) предназначен для синхронных и немых съемок в кинематографии и телевидении.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки осуществляется грейферным механизмом с односторонним грейфером и контргрейфером, позволяющем снимать с частотой от 8 до 64 *кадр/с*.

Обтюратор дисковый с переменным от 0 до 310° углом открытия, обеспечивает время экспонирования $^1/_{28}$ *с* при частоте съемки 24 *кадр/с* и полном открытии.



Рис. II-42. Киносъемочный аппарат «Митчеллматик-16»

Система визирования беспараллаксная, зеркальная, с рассматриванием изображения на матовом стекле через лупу.

Объективы. Камера снабжена объективом фирмы «Анженье» с переменным от 12,5 до 75 *мм* фокусным расстоянием и эффективным относительным отверстием 1:2,2. Наводка осуществляется по резкости изображения, видимого в визире, на дистанции от 1,2 *м* до ∞.

Кассеты быстросменные магазинного типа с лентопротяжным механизмом внутри; имеют емкость 60 *м* и снабжены указателем количества неэкспонированной кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока 24 *В* со стабилизацией оборотов для частот съемки 16, 24, 32, 48 и 64 *кадр/с* и кварцевой синхронизацией для частот 24, 25 и 30 *кадр/с*.

Особые характеристики. Уровень шума при частоте съемки 24 *кадр/с* не более 30 *дБ* на расстоянии 1 *м*.

Размеры: 406×248×172 *мм*.

Камера в рабочем состоянии с 60-*м* кассетой, объективом и батареей весит 6,8 *кг*.

РУЧНОЙ АППАРАТ SSR-16

Аппарат SSR-16 предназначен для синхронных съемок с записью звука на отдельном магнитофоне или на магнитной дорожке, нанесенной на кинопленку. Возможна и одновременная запись обоими способами. Камера устанавливается на легком штативе.

Лентопротяжный механизм. Равномерное транспортирование кинопленки осуществляется двумя зубчатыми барабанами при съемках без записи звука или при записи фонограммы на отдельном магнитофоне. Если звук записывается на магнитную дорожку на кинопленке, то зарядка производится через звукоблок с дополнительным зубчатым барабаном и стабилизатором хода пленки. Прерывистое продвижение пленки в зоне фильмового канала осуществляется однозубым односторонним грейфером, а фиксация положения во время экспонирования — контргрейфером. Частота съемки изменяется от 16 до 24 *кадр/с*.

Обтюраторы. В аппарате применены два обтюратора: один — обычный дисковый с постоянным углом открытия 170°, расположен параллельно плоскости пленки непосредственно у кадрового окна, второй — зеркальный, расположен под углом 45° к оптической оси объектива и используется только в системе визирования.

Система визирования беспараллаксная, через съемочный объектив с применением дополнительного зеркального обтюратора и рассматриванием изображения на матовом стекле в лупу.

Объективы. Камера имеет поворотную турель для установки трех объективов «Супер Балтар» с фокусными расстояниями 11, 25 и 50 *мм*. Применяются также объективы фирмы «Анженье» с переменным фокусным расстоянием 12—120 и 12—240 *мм*. Фокусирование производится по резкости изображения на матовом стекле в системе визирования.

Кассеты двойные емкостью 120 и 360 *м* кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока 12 *В* для стабилизированной частоты съемки 24 *кадр/с*, электродвигатель постоянно-переменного тока с переменной скоростью — для съемок с частотой от 24 до 64 или от 12 до 36 *кадр/с*, синхронный однофазный электродвигатель переменного тока 115 *В*.

Особые характеристики. Уровень шума при частоте съемки 24 *кадр/с* не более 36 *дБ* на расстоянии 1 *м*. Для синхронной записи звука на магнитную дорожку аппарат комплектуется микшером с усилителем и блок-стабилизатором с магнитными головками для установки в аппарат.

Размеры: 343×222×367 *мм*.

Аппарат вместе с двигателем весит около 8,3 *кг*.

12. АППАРАТЫ ФИРМЫ «СИНЕМА ПРОДАКТС» (США), МОДЕЛИ СР-16, СР-16А И СР-16R

Фирма выпускает несколько моделей 16-*мм* киносъемочных аппаратов для немых и звуковых репортажных съемок. Все они основаны на использовании одной базовой конструкции съемочного аппарата СР-16 (рис. II-43) и отличаются отдельными элементами и комплектацией. Так, модель СР-16А отличается от базовой встроенным в камеру усилительным устройством с элементами регулировки, необходимыми для синхронной записи звука в самом съемочном аппарате на магнитную дорожку, нанесенную на кинопленку.



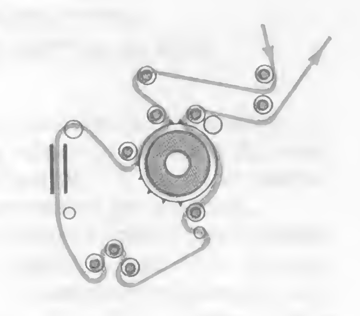


Рис. II-43. Киносъемочный аппарат «Синема Продактс», модель СР-16

Модель СР-16R имеет систему автоматизированного контроля освещенности объекта съемки и управления величиной действующего отверстия съемочного объектива, основанную на применении кремниевого фотоэлемента. Модель СР-16R может использоваться как для пол-

ностью автоматического управления режимом экспонирования, так и в полуавтоматическом режиме с ручной установкой величины диафрагмы. Кроме того, она имеет ряд дополнительных устройств, улучшающих процесс синхронной записи звука.

Лентопротяжный механизм. Транспортирование кинопленки производится одним комбинированным зубчатым барабаном, находящимся в аппарате, а ее прерывистое продвижение в зоне фильмового канала — односторонним однозубым грейфером. Частота съемки 24 или 25 *кадр/с.*

Обтюратор обычный дисковый с постоянным углом открытия 173°. Для съемок с экрана кинескопа можно применять специальные обтюраторы с углами открытия 180 или 144° .

Объективы и система визирования. В аппаратах применяются специальные модели объективов с переменным фокусным расстоянием, имеющие светоделительные устройства и собственные визиры. Сам аппарат отдельного визира не имеет. Наводка производится по резкости изображения, видимого в визирное устройство объектива. Применяются объективы фирмы «Анженье» с переменным фокусным расстоянием 12—120, 9,5—95 или 12—240 *мм.*

Кассеты двойные емкостью 120 и 360 *м* кинопленки.

Электропривод. Электродвигатель постоянного тока на напряжение 20 *В* с кварцевой стабилизацией числа оборотов.

Особые характеристики. Уровень шума не более 31 *дБ* на расстоянии 1 *м.*

Размеры: 230×150×150 *мм.*

В рабочем состоянии камера СР-16 весит 7,2 *кг,* а СР-16А и СР-16R — около 7,6 *кг.*

РАЗДЕЛ III

КИНОСЪЕМОЧНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ

Качество и характер изображения, получаемого при киносъемке, в значительной степени зависят от свойств и особенностей применяемых оператором объективов. Снимая художественные, документальные или научно-популярные фильмы, нельзя обойтись без использования набора объективов с различными фокусными расстояниями. Однако, применяя разные объективы, нужно учитывать, что снятые ими кадры при последующем монтаже могут следовать друг за другом и характер даваемого ими изображения должен быть сходным. Поэтому, подбирая комплект объективов, следует обращать внимание на характер изображения, свойственный каждому объективу, а также знать их основные оптические свойства.

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТИВОМ И НЕКОТОРЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Киносъемочный объектив строит перспективное изображение объекта съемки в фокальной плоскости за объективом, на расстоянии, сопряженном с расстоянием до объекта.

На рис. III-1 приведена схема построения изображения объективом, где l — размер объекта съемки; l' — соответствующий ему размер изображения; H и H' — передняя и задняя главные плоскости линзы и точки их пересечения с оптической осью — главные точки линзы или объектива; F— фокус объектива в пространстве предметов (передний); F' — фокус объектива в пространстве изображений (задний); f — фокусное расстояние объектива

в пространстве предметов, отсчитывается от передней главной точки H; f' — фокусное расстояние объектива в пространстве изображений, отсчитывается от задней главной точки H'; a — расстояние от объектива (от его передней главной точки) до точки объекта съемки на оптической оси; a' — расстояние от сопряженной точки на оси в пространстве изображений до задней главной точки объектива; x — расстояние от точки объекта съемки на оси до переднего фокуса объектива; x' — расстояние от сопряженной точки изображения на оси до заднего фокуса объектива или величина дополнительного выдвижения объектива при фокусировании на конечную дистанцию.

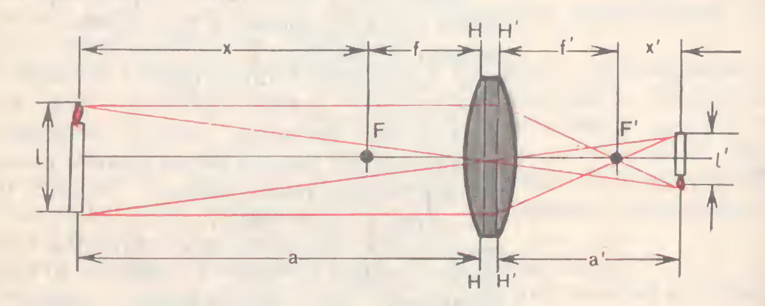


Рис. III-1. Схема построения изображения объективом

Расстояния a и a' связаны между собой и с фокусным расстоянием объектива следующей зависимостью, называемой *формулой Гаусса*, или *формулой отрезков:*

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}=\frac{1}{f'}\,.$$

В случае съемочных объективов, когда абсолютные значения f и f' равны между собой, индекс при обозначении f' может быть опущен.

На основе зависимостей, выраженных формулой Гаусса с некоторыми ее преобразованиями для удобства пользования, могут быть определены: масштаб и размеры получаемого при съемке изображения, размеры картинной плоскости при разных дистанциях, величины дополнительного выдвижения объективов при фокусировании на различные конечные дистанции, углы поля изображения при разных форматах кадра и фокусных расстояниях объективов.

Изложенные положения геометрической оптики объясняют принципы построения идеальным объективом перспективного изображения объектов съемки, лежащих в предметном пространстве. Однако в реальных объективах положение усложняется тем, что изображение точки, лежащей в пространстве предметов, никогда не будет точкой в соответствующей сопряженной плоскости пространства изображений. Такое положение является следствием невозможности полного устранения искажений, свойственных оптическим системам при широких

наклонных пучках лучей и сложном спектральном составе света. В современных киносъемочных объективах такие основные виды искажений, называемые *аберрациями*, как сферическая аберрация, кома, астигматизм и связанная с ним кривизна поля изображения, хроматическая аберрация и дисторсия, сведены к возможному минимуму. Это достигается применением при изготовлении линз объективов соответствующих сортов оптического стекла и выбором нужной кривизны их поверхностей. В некоторых широкоугольных объективах отдельные линзы имеют асферическую поверхность, что еще больше расширяет возможности коррекции искажений.

Таким образом, используемые в настоящее время киносъемочные объективы являются сложными хорошо откоррегированными многолинзовыми оптическими системами, но и они не свободны в полной мере от искажений или остаточных аберраций.

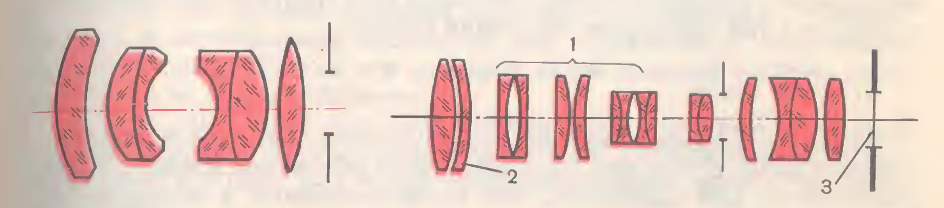


Рис. III-2. Схема объектива ОКС 1-50

Рис. III-3. Схема объектива «Ленар-1» с переменным фокусным расстоянием

В качестве примеров приведены схемы шестилинзового объектива ОКС 1-50 с постоянным фокусным расстоянием 50 *мм* (рис. III-2) и шестнадцатилинзового объектива «Ленар-1» (рис. III-3) с переменным от 40 до 160 *мм* фокусным расстоянием, у которого: *1* — компоненты, перемещаемые при изменении фокусного расстояния; *2* — элемент, перемещаемый при наводке на заданную дистанцию; *3* — кадровое окно аппарата.

Кроме наиболее распространенных чисто линзовых киносъемочных объективов в отдельных случаях применяются так называемые *зеркально-менисковые объективы*, предложенные в СССР Д. Максутовым. Использование в них сочетания линзовых и зеркальных оптических элементов позволяет применительно к длиннофокусным объективам значительно сократить их размеры при хорошем исправлении ряда аберраций и повышении разрешающей силы.

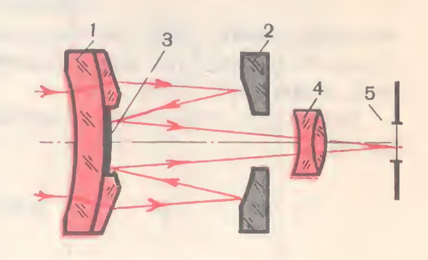


Рис. III-4. Схема зеркально-менискового объектива РО-58-1

На рис. III-4 приведена схема одного из объективов этого вида РО-58-1 с фокусным расстоянием 250 *мм* и отно-

сительным отверстием 1:5,6, предназначенного для съемок на 16-*мм* кинопленке, где *1* — мениск из двух склеенных линз; *2* — главное зеркало; *3* — выпуклое зеркало, наклеенное на мениск; *4* — склеенная линза; *5* — кадровое окно. Фокусировка осуществляется перемещением мениска *1* вместе с зеркалом *3*.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТИВОВ

1. ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ

Фокусное расстояние — один из основных показателей любого киносъемочного объектива. От него зависит полезный угол поля изображения при выбранном формате кадра, масштаб получаемого изображения, а следовательно, и размеры пространства, фиксируемого в кадре при той или другой дистанции съемки.

УГОЛ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ

Углом поля зрения объектива называют угол, образуемый линиями, соединяющими с центром входного зрачка объектива крайние точки пространства или плоскости, еще воспроизводимые в пространстве изображений с удовлетворительной резкостью и достаточной освещенностью. Объектив может использоваться для съемки на такой формат кадра, диагональ которого равна или меньше диаметра поля изображения. У многих объективов диаметр поля изображения больше диагонали кадра и, следовательно, используемый угол поля изображения меньше предельно допустимого.

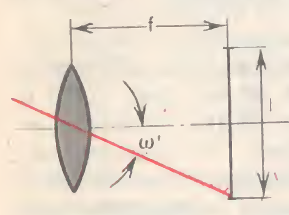


Рис. III-5. Используемый угол изображения объектива

В дальнейшем под углом поля зрения и углом поля изображения мы будем подразумевать практически используемые углы, определяемые величиной фокусного расстояния объектива при том или другом размере кадра, называя углом в вертикальной плоскости, или *вертикальным*, угол, обусловленный высотой кадра, а углом в горизонтальной плоскости, или *горизонтальным*, угол, обусловленный шириной кадра (рис. III-5).

Величина угла поля изображения может быть определена по формуле:

$$\operatorname{tg}\omega' = \frac{l}{2f},$$

где ω' — половина угла поля изображения; f — фокусное расстояние объектива; l — высота или ширина кадра.

Эта зависимость справедлива для случая наводки на бесконечность, когда плоскость изображения находится на расстоянии главного фокуса от задней главной точки объектива. Однако при обычно встречающихся дистанциях наводки, значительно превышающих фокусное расстояние объектива, величина ошибки мала и ею можно пренебречь. Исключением являются макросъемки, при которых дистанции наводки соизмеримы с фокусным расстоянием объектива. В этих случаях для определения угла изображения следует пользоваться формулой, учитывающей дополнительное выдвижение объектива:

$$\operatorname{tg}\omega' = \frac{l}{2(f + x')},$$

где x' — дополнительное выдвижение объектива для данной дистанции съемки.

В табл. III-1 указаны значения углов поля изображения в горизонтальной и вертикальной плоскостях для объективов с различными фокусными расстояниями при размерах кадра обычной системы кинематографа на 35-*мм* кинопленке.

В табл. III-2 приведены аналогичные углы для широкоэкранной системы кинематографа с анаморфированным изображением на 35-*мм* кинопленке, а в табл. III-3 — для широкоформатной системы на 70-*мм* кинопленке.

В табл. III-4 указаны значения углов изображения для размеров узкопленочной системы кинематографа на 16-*мм* кинопленке.

В табл. III-5 приведены величины углов поля изображения в горизонтальной плоскости, соответствующие различным дистанциям на-

Таблица III-1

Углы поля изображения киносъемочных объективов при размере кадра 22×16 *мм* в обычной системе кинематографа на 35-*мм* кинопленке

Фокусное расстояние, *мм*	Угол поля изображения, *град.*	
	по горизонтали	по вертикали
16	69	53,2
18	62,9	47,9
22	53,1	40,0
25	47,5	35,5
28	42,9	31,9
35	34,9	25,7
40	30,8	22,7
50	24,8	18,2
75	16,7	12,2
100	12,5	9,2
150	8,4	6,1
200	6,3	4,6
300	4,4	3,1

Таблица III-2

Углы поля изображения киносъемочных анаморфотных объективов при размере широкоэкранного кадра 22×18,6 *мм* на пленке шириной 35 *мм*.

Фокусное расстояние, *мм*	Угол поля изображения, *град.*	
	по горизонтали	по вертикали
30	72,5	34,5
35	64,3	29,8
40	57,6	26,2
50	47,5	21,1
75	34,7	14,2
80	30,8	13,3
100	24,8	10,6
150	16,7	7,1
200	12,6	5,3

Таблица III-3

Углы поля изображения киносъемочных объективов для широкоформатной системы кинематографа на пленке шириной 70 *мм*

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Угол поля изображения, *град*, для съемочного кадра 52,5×23 *мм*		Угол поля изображения, *град*. в пересчете на проецируемый участок 48,5×22 *мм*	
	по горизонтали	по вертикали	по горизонтали	по вертикали
28	86,3	44,7	81,8	42,9
40	66,5	32,1	62,5	30,8
56	50,2	23,2	46,5	22,6
75	38,6	17,4	35,8	16,7
100	29,4	13,1	27,3	12,5
150	19,2	8,8	18,4	8,4
200	14,9	6,6	13,6	6,3
300	10,0	4,4	9,3	4,2

водки для нескольких фокусных расстояний объективов в системе обычного кинематографа на 35-*мм* кинопленке.

Действующие в СССР стандарты рекомендуют к применению и разработке киносъемочные объективы следующих фокусных расстояний:

для съемки широкоформатных фильмов на 70-*мм* кинопленке при размере кадра 52,5×23 *мм*: (15), 22, 28, 40, 56, 75, 100, 125, 150, 200 *мм*:

Таблица III-4

Углы поля изображения киносъемочных объективов при размере кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Угол поля изображения, *град.*	
	по горизонтали	по вертикали
6,0	79,9	63,7
8,0	63,9	49,9
10,0	53,4	40,9
12,5	45,2	33,2
15	37,1	27,9
18	31,2	23,4
20	28,2	21,1
25	23,8	17,0
35	16,3	12,2
40	14,1	10,6
50	11,9	8,5
75	7,7	5,7
100	5,9	4,3
150	3,8	2,9

Таблица III-5

Значения углов поля изображения в горизонтальной плоскости для различных дистанций наводки и фокусных расстояний объективов при размере кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Дистанция наводки, *м*					
	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	∞
18	61°04′	61°58′	62°24′	62°34′	62°40′	62°52′
28	40°44′	41°48′	42°20′	42°32′	42°40′	42°55′
50	22°38′	23°40′	24°14′	24°26′	24°34′	24°49′
75	14°32′	15°32′	16°06′	16°17′	16°26′	16°41′
100	10°28′	11°26′	11°58′	12°10′	12°18′	12°33′

для съемки обычных фильмов на 35-*мм* кинопленке при кадре размером 22×16 *мм*: 10, 14, (16), 18, 22, 28, (32), 35, 40, 50, 75, (80), 100, 125, 150, 200, 300, 500, 750 и 1000 *мм**;

для съемки фильмов на 16-*мм* кинопленке при размере кадра 10,05×7,45 *мм*: 8, 10, 12,5, 20, 25, 32, 50, 75, 100, 125, 150 *мм*.

* Фокусные расстояния, указанные в скобках, для разработки новых объективов не рекомендуются.

У выпускаемых промышленностью объективов величины фокусных расстояний могут отличаться от указанных на них номинальных значений на ±2%.

Величина фокусного расстояния объективов (кроме объективов с переменным фокусным расстоянием) является постоянной и не может изменяться в процессе эксплуатации. Вследствие этого измерение ее значения на предприятиях, использующих киносъемочные объективы, обычно не производится.

МАСШТАБ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Применяя объективы различных фокусных расстояний и соответственно выбирая дистанции съемки, оператор получает желаемые размеры изображений снимаемых объектов в кадре.

Масштабом изображения M принято называть отношение линейной величины изображения l' предмета к линейной величине самого предмета l.

Таким образом:

$$M = \frac{l'}{l} = \frac{1}{m},$$

где m — знаменатель масштаба.

Для удобства определения масштаба, или линейного увеличения, следует преобразовать это выражение на основе формулы Гаусса и записать в виде:

$$M = \frac{f}{a - f},$$

где a — расстояние от передней главной плоскости объектива до объекта съемки, выраженное в тех же единицах, что и фокусное расстояние объектива f.

Если дистанция до объекта съемки достаточно велика и превышает 100 фокусных расстояний объектива, то для определения масштаба можно воспользоваться более простой приближенной формулой:

$$M = \frac{f}{a}.$$

Если числитель и знаменатель этого выражения разделить на величину фокусного расстояния объектива f, т. е. расстояния до объекта съемки выразить не в линейных величинах, а в количестве фокусных расстояний съемочного объектива, то приведенные формулы соответственно примут вид:

$$M = \frac{1}{a_f - 1} \quad \text{и} \quad M = \frac{1}{a_f},$$

где a_f — дистанция в количестве фокусных расстояний объектива.

Из этого следует, что размер получаемого при съемке изображения приблизительно во столько раз меньше размеров объекта, во сколько расстояние до него больше фокусного расстояния объектива.

РАЗМЕРЫ КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ

Картинной плоскостью называют плоскость в пространстве предметов, находящуюся на дистанции наводки, перпендикулярную к оптической оси объектива киносъемочного аппарата и изображаемую в границах кадра. Соотношение сторон, ограничивающих картинную плоскость, всегда равно соотношению сторон кинокадра, при применении анаморфирования с учетом его величины. Знание размеров картинной плоскости необходимо для выбора фокусных расстояний объективов при съемке в интерьерах и подготовке операторских заданий на проектирование и строительство декораций.

Размеры картинной плоскости можно определить по формулам:

$$\text{высота картинной плоскости } l_{вер} = \frac{a\,l'_{вер}}{f + x'},$$

$$\text{ширина картинной плоскости } l_{гор} = \frac{a\,l'_{гор}}{f + x'},$$

где a — дистанция наводки; f — фокусное расстояние объектива; $l'_{вер}$ — высота кадра; $l'_{гор}$ — ширина кадра; x' — дополнительное выдвижение объектива для дистанции наводки.

При анаморфировании в горизонтальном направлении полученный для ширины картинной плоскости результат нужно разделить на коэффициент анаморфирования. (В принятой в СССР системе широкоэкранного кинематографа коэффициент анаморфирования при съемке равен 0,5.)

При дистанциях наводки, превышающих 30 фокусных расстояний, вычисление размеров картинной плоскости с достаточной степенью точности можно производить по упрощенным формулам без учета дополнительного выдвижения объектива:

$$\text{высота картинной плоскости } l_{вер} = \frac{a\,l'_{вер}}{f},$$

$$\text{ширина картинной плоскости } l_{гор} = \frac{a\,l'_{гор}}{f}.$$

Размеры картинной плоскости для различных фокусных расстояний объективов и дистанций наводки приведены в табл. III-15—III-35 (см. стр. 173—193).

ВЕРШИННОЕ ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ

Вершинным фокусным расстоянием называется расстояние от вершины последней по ходу света линзы объектива до точки заднего главного фокуса. Величина вершинного фокусного расстояния обычно не совпадает с фокусным расстоянием объектива и, как правило, меньше его.

У короткофокусных объективов величина вершинного фокусного расстояния может ограничивать их применение в киносъемочных аппаратах с зеркальным обтюратором. Поэтому при создании короткофокусных объективов часто принимают меры для искусственного увеличения вершинного фокусного расстояния. У объективов со средним фокусным расстоянием в этом нет необходимости, так как они свободно устанавливаются в любые киносъемочные аппараты. При конструировании длиннофокусных объективов для сокращения их длины искусственно уменьшают величину вершинного фокусного расстояния. Такие конструкции длиннофокусных объективов обычно называют *телеобъективами.*

2. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ОТВЕРСТИЕ (СВЕТОСИЛА) ОБЪЕКТИВА

Относительное отверстие, или *светосила*, объектива определяет его способность давать на кинопленке при прочих равных условиях более или менее яркое изображение снимаемого объекта. Чем больше относительное отверстие и меньше потери света в объективе, тем при меньшем уровне освещенности объекта можно производить съемку. Величина максимального относительного отверстия определяется конструкцией объектива, а любое меньшее значение может устанавливаться имеющейся в нем ирисовой диафрагмой.

Различают два понятия относительного отверстия — геометрическое и эффективное. Величина *геометрического относительного отверстия* определяется отношением максимального диаметра действующего отверстия объектива к его фокусному расстоянию и выражается дробью с числителем, равным единице,

$$\frac{D}{f},$$

где f — фокусное расстояние; D — максимальный диаметр действующего отверстия объектива.

Эффективное относительное отверстие объектива всегда меньше его геометрического относительного отверстия на величину, выражающую сумму потерь света в объективе на поглощение и рассеяние. В сложных многолинзовых объективах эти потери даже с учетом просветления линз могут достигать значительной величины и ими нельзя пренебрегать при определении экспозиции. Вследствие этого шкалы диафрагм (кроме маркировки на оправе, соответствующей максимальному геометрическому относительному отверстию) наносятся в эффективных значениях, т. е. пропорциональны действительной светосиле объектива.

Градуировка шкал диафрагм производится таким образом, что каждому следующему смежному делению соответствует изменение светового потока, проходящего через объектив, в два раза. Это значит, что площади, соответствующие смежным отверстиям диафрагм, также отличаются в два раза, а их диаметры — в $\sqrt{2}$, или в 1,41 раза.

Для разметки диафрагм киносъемочных объективов применяется следующий ряд величин относительных отверстий: 1:0,7; 1:1; 1:1,4; 1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22; 1:32. Для упрощения на шкалы диафрагм на объективах наносятся только знаменатели указанных дробей, выражающих величины относительных отверстий.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ВЫДВИЖЕНИЕ ОБЪЕКТИВОВ И УМЕНЬШЕНИЕ СВЕТОСИЛЫ ПРИ МАЛЫХ ДИСТАНЦИЯХ СЪЕМКИ

При фокусировании на любую конечную дистанцию объектив выдвигается дополнительно к положению, соответствующему наводке на бесконечность, на величину:

$$x' = \frac{f^2}{a-f},$$

где a — дистанция наводки; f — фокусное расстояние.

При значительных выдвижениях объектива, которые соответствуют малым дистанциям съемки и соизмеримы с фокусным расстоянием объектива, происходит заметное уменьшение угла поля изображения и светосилы объектива. Для дистанций съемки короче десяти фокусных расстояний объектива при определении условий экспонирования нельзя пренебрегать уменьшением его светосилы и в экспозицию следует вносить соответствующие поправки. Так как светосила объектива изменяется пропорционально квадрату его относительного отверстия, то для компенсации изменения экспозиции за счет дополнительного выдвижения объектива экспозицию следует увеличить в $(1+\frac{1}{m})^2$ раз, где m — знаменатель масштаба изображения при съемке.

Ниже приведены коэффициенты увеличения экспозиции для различных дистанций съемки, пригодные для объективов любых фокусных расстояний:

Дистанция наводки, выраженная в числе фокусных расстояний объектива	Во сколько раз следует увеличить экспозицию
10	1,23
9	1,25
8	1,30
7	1,35
6	1,44
5	1,56
4	1,70
3	2,25
2	4
1,5	9
1,25	25

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПО ПОЛЮ КАДРА

Освещенность, создаваемая объективом в плоскости изображения, при объекте съемки с равномерной по всему полю яркостью неодинакова по площади кадра и обычно снижается по мере удаления от его центра к краю. Для большинства объективов, при конструировании которых не принимались специальные меры для выравнивания освещенности по полю, она изменяется по закону, выраженному формулой:

$$E' = E'_0 K_\omega \cos^4 \omega',$$

где E' — величина освещенности в точке поля изображения; E_0' — величина освещенности изображения в центре кадра на оптической оси объектива; K_ω — величина виньетирования; ω' — угол между оптической осью объектива и лучом, проходящим через центр входного зрачка и точку поля кадра, для которой определяется величина освещенности.

Как видно из приведенной зависимости, падение освещенности по мере удаления от центра кадра тем больше, чем больше угол зрения объектива, т. е. чем короче его фокусное расстояние.

Кроме того, дополнительное уменьшение освещенности к краям кадра вызывается *виньетированием*, т. е. уменьшением действующей площади входного зрачка объектива за счет ограничения прохождения наклонных пучков лучей его оправой. Чтобы определить величину виньетирования, измеряют видимый диаметр входного зрачка киносъемочного объектива для различных углов поля зрения.

Уменьшение диаметра зрачка для каждой точки будет характеризовать для нее величину падения освещенности за счет виньетирования:

$$K_\omega = \frac{D_\omega}{D_0},$$

где D_ω — диаметр входного зрачка объектива для данного угла поля изображения; D_0 — диаметр входного зрачка объектива для центра поля изображения.

Определение результативного распределения освещенности по полю производится путем измерения величин освещенности на оси объектива и по обе стороны от нее в ряде симметрично расположенных точек. Делается это всегда при полностью открытой диафрагме. На основании результатов измерения строится график распределения освещенности по полю в относительных величинах. Освещенность в центре кадра на оси объектива принимается за 100%.

У некоторых широкоугольных объективов освещенность на краях поля изображения составляет 15—20% от ее величины в центре. Однако благодаря особенностям человеческого зрения уменьшение яркости изображения на краях киноэкрана замечается только в случаях очень большой разницы между центром и краями. Все же пренебрегать этим не следует и особенно при съемках короткофокусными объективами на

цветных и обращаемых кинопленках, имеющих пониженную фотографическую широту.

3. ГРАНИЦЫ И ГЛУБИНА РЕЗКО ИЗОБРАЖАЕМОГО ПРОСТРАНСТВА

Как следует из формулы Гаусса, каждой плоскости, перпендикулярной к оптической оси объектива в предметном пространстве, соответствует только одна сопряженная с ней плоскость в пространстве изображений. Следовательно, на пленке в киносъемочном аппарате с максимальной резкостью в виде точек могут быть изображены только точки, лежащие в какой-либо одной плоскости в предметном пространстве. Такую плоскость называют *плоскостью наводки*. Все другие элементы объекта съемки, лежащие ближе или дальше плоскости наводки, будут изображаться менее резкими. Однако, учитывая, что глаз при определенных условиях рассматривания воспринимает изображение резким в тех случаях, когда нерезкость не превышает определенной величины, возможна съемка пространственно протяженных в глубину объектов.

На рис. III-6 приведена схема построения объективом изображения точек, лежащих на различных расстояниях от передней главной плоскости H на его оси. Если наводка сделана на плоскость G, на которой лежит точка A, то ее резкое изображение в виде точки будет построено в сопряженной плоскости G' на ее пересечении с оптической осью объектива.

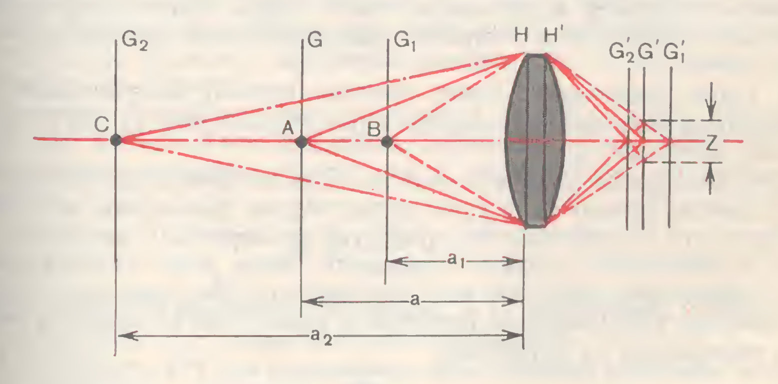


Рис. III-6. Схема построения объективом изображения точек, лежащих на разных расстояниях

В то же время резкое изображение точек B и C, находящихся на расстояниях a_1 и a_2, будет построено объективом соответственно в плоскостях G_1' и G_2', сопряженных с плоскостями G_1 и G_2 в предметном пространстве. Однако поскольку фокусирование было произведено на дистанцию a, соответствующую точке A, то светочувствительная эмульсионная поверхность кинопленки находится в плоскости G' и на

ней изображения точек B и C будут построены объективом не в виде точек, а в виде кружков диаметром Z. При этом, как видно из рисунка, величина диаметра кружка Z будет тем больше, чем дальше отстоят плоскости G_1 и G_2 от плоскости G и чем больше относительное отверстие объектива $\frac{D}{f}$. Из этого и вытекает хорошо известное операторам правило, что глубина резко изображаемого пространства увеличивается с уменьшением действующего относительного отверстия объектива, т. е. с его диафрагмированием.

Экспериментально установлено, что киноизображение на экране большинством зрителей воспринимается достаточно резким, когда изображение точки строится объективом киносъемочного аппарата, как круг с диаметром Z, не превышающим 0,03—0,033 *мм* для кадра на 35-*мм* пленке и диаметром 0,013—0,015 *мм* — для кадра на 16-*мм* кинопленке.

Е. Голдовский, связывая размеры допустимого кружка нерезкости с линейными размерами кадра, определял его величину как 0,2% от высоты кадра. Это значит, что для съемок на 35-*мм* кинопленке диаметр кружка нерезкости не должен превышать 0,032 *мм*, а для 16-*мм* — 0,0149 *мм*, или после округления соответственно 0,03 и 0,015 *мм*. Эти величины и положены в основу расчета значений гиперфокальных расстояний и границ резкости для киносъемочных объективов, приводимых в табл. III-15—III-35 (см. стр. 174—193).

Для получения повышенного качества изображения в широкоформатных кинофильмах, снимаемых на 70-*мм* кинопленке, несмотря на увеличенный размер широкоформатного кадра, допустимый кружок нерезкости принимается таким же, как и на 35-*мм* кинопленке, т. е. 0,03 *мм*.

В США существуют менее жесткие нормы, допускающие для 35-*мм* кинопленки кружок нерезкости до 0,05 *мм* (0,002″) и для 16-*мм* — до 0,025 *мм* (0,001″).

Дистанции, в пределах которых будут выполняться указанные условия резкости, зависят от фокусного расстояния съемочного объектива, величины его относительного отверстия (диафрагмы), дистанции наводки и допустимого кружка нерезкости. Зоны резко изображаемого пространства располагаются несимметрично по обе стороны от плоскости наводки. Расстояния до передней и задней границ резкости могут быть определены по формулам:

$$a_{п} = \frac{af^2}{f^2 - fnZ + anZ},$$

$$a_{з} = \frac{af^2}{f^2 + fnZ - anZ},$$

где a — дистанция наводки; $a_{п}$ — передняя граница резкости; $a_{з}$ — задняя граница резкости; f — фокусное расстояние объектива; n — знаменатель относительного отверстия; Z — диаметр допускаемого кружка нерезкости.

Из указанного следует, что общая глубина резко изображаемого пространства, заключенного между задней и передней границами резкости, равна разности расстояния до задней и передней границ резкости, т. е. общая глубина равна $a_{з} - a_{п}$.

ДИСТАНЦИЯ НАВОДКИ И ВЕЛИЧИНА ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ ОБЪЕКТИВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ГЛУБИНЫ РЕЗКОСТИ

Оптимальная дистанция наводки при заданных передней и задней границах резкости составит:

$$a = \frac{2a_{з}\,a_{п}}{a_{з} - a_{п}}.$$

Однако необходимо также определить и значение относительного отверстия объектива (диафрагму) для полученной дистанции наводки. Это можно сделать по приближенной формуле:

$$n = \frac{f^2\,(a_{з} - a_{п})}{2Z\,a_{п}\,a_{з}}.$$

ГИПЕРФОКАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ

Гиперфокальным расстоянием называется такое расстояние наводки объектива, при котором задняя граница резкости изображения лежит в бесконечности. Оно примечательно тем, что в этом случае глубина резко изображаемого пространства максимальна и простирается от бесконечности до половины дистанции наводки, т. е. до половины гиперфокального расстояния.

Величина гиперфокального расстояния H для каждого объектива зависит от его фокусного расстояния, величины относительного отверстия, принятого кружка нерезкости и может быть определена по формуле:

$$H = \frac{f^2}{nZ} + f,$$

где f — фокусное расстояние объектива; n — знаменатель относительного отверстия; Z — диаметр кружка нерезкости.

Естественно, что при вычислениях все линейные величины должны быть выражены в одинаковых единицах.

Для практических расчетов можно воспользоваться и более простой формулой определения гиперфокального расстояния:

$$H = \frac{f^2}{n\,Z}.$$

Значения гиперфокальных расстояний, вычисленные для различных объективов при разных относительных отверстиях, приведены в табл. III-15—III-35 (см. стр. 174—193).

УПРОЩЕННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ РЕЗКОСТИ

Используя вычисленные заранее значения гиперфокальных расстояний H, можно значительно упростить решение задач, связанных с определением границ и глубины резкости, сохранив при этом достаточную для практических целей точность:

$$\text{передняя граница резкости } a_п = \frac{Ha}{H + (a - f)},$$

$$\text{задняя граница резкости } a_з = \frac{Ha}{H - (a - f)},$$

или еще проще:

$$\text{передняя граница резкости } a_п = \frac{Ha}{H + a},$$

$$\text{задняя граница резкости } a_з = \frac{Ha}{H - a}.$$

4. СВЕТОРАССЕЯНИЕ

При прохождении через объектив часть светового потока отражается от поверхностей линз, их торцов, диафрагмы, внутренних деталей оправы и в виде рассеянного света частично налагается на построенное в кадровом окне оптическое изображение объекта съемки. Рассеянный свет, высветляя в первую очередь тени, уменьшает общий интервал яркости изображения и приводит к потере деталей в тенях. Влияние его на характер фотографического изображения тем заметнее, чем больше величина светорассеяния и интервал яркости объекта съемки. При цветных съемках светорассеяние может, кроме того, вызвать нежелательную окраску теней изображения в цвета, соответствующие наиболее ярким участкам объекта съемки, так как лучи этих цветов обычно преобладают в составе рассеянного света.

Учитывая весьма вредное влияние рассеянного света на качество фотографического изображения, следует применять для киносъемок просветленные объективы с возможно меньшим светорассеянием. Кроме того, необходимо помнить, что засветка объектива посторонним светом также увеличивает общее количество рассеянного света. С этим можно бороться, применяя надежные светозащитные устройства — бленды и компендиумы.

В современных просветленных объективах величина светорассеяния обычно не превышает 1—2%, но и она при неблагоприятных условиях может существенно влиять на характер и качество изображения.

Величину светорассеяния в объективах принято выражать в процентах или коэффициентом светорассеяния K_s. Под *коэффициентом светорассеяния* понимают отношение освещенности E_1 построенного объективом оптического изображения черного предмета к освещенности E_2 равномерно яркого поля, на фоне которого расположен этот предмет:

$$K_S = \frac{E_1}{E_2}.$$

Для выражения величины светорассеяния в процентах полученное значение K_s следует умножить на 100.

Размер черного предмета должен быть мал по сравнению с площадью окружающего его освещенного фона.

Таким образом, указанный метод определения величины светорассеяния основан на том, что, измеряя освещенность изображения черного предмета, фактически измеряют освещенность, созданную исключительно рассеянным светом. Этим способом определяется величина светорассеяния, возникающая в самом съемочном объективе. В практических же условиях, когда объектив установлен в аппарате, общее светорассеяние несколько больше за счет отражений света деталями камеры, расположенными вблизи кадрового окна.

5. СВЕТОПРОПУСКАНИЕ И СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРОПУСКАНИЕ ОБЪЕКТИВОВ

Световой поток от объекта съемки, упавший на переднюю линзу объектива, даже при отсутствии виньетирования не весь пройдет через объектив и примет участие в построении изображения. Часть света будет потеряна при прохождении через стекла линз и за счет отражений от их поверхностей, граничащих с воздухом. Потери на поглощение относительно невелики и составляют около 1% на каждый сантиметр пути света в толще стекла. Потери на отражение значительнее и менее постоянны. Они зависят от различия показателей преломления граничащих между собой оптических сред и углов, под которыми свет проходит границы между ними.

Суммарные потери характеризуют степень ослабления светового потока при прохождении его через объектив и определяют коэффициент его светопропускания T, который равен отношению величины светового потока F_2, прошедшего через объектив, к величине вошедшего в него потока F_1:

$$T = \frac{F_2}{F_1}.$$

Величины световых потоков F_1 и F_2 определяются фотоэлектрическим способом при параллельном и так ограниченном пучке лучей, падающих на переднюю линзу объектива, чтобы не сказывалось явление виньетирования.

Указанные виды световых потерь в объективе не одинаковы по величине для лучей различной длины волны, т. е. разного цвета, и поэтому часто происходит не только общее уменьшение величины светового потока, но и изменяется его первоначальный спектральный состав, что существенно при цветных киносъемках.

Цветовые искажения, вносимые объективом, если их величина не очень велика, легко компенсируются при печати позитивов применением соответствующих корректирующих светофильтров. Значительные цветовые искажения, свойственные некоторым многолинзовым объективам с переменным фокусным расстоянием, в отдельных случаях могут оказаться неустранимыми. Такие объективы для цветных съемок применять не следует.

Спектральные искажения, вносимые объективом, выражаются *коэффициентом* его *спектрального пропускания* T_λ, который определяется отношением величины светового потока F_{λ_2}, прошедшего через объектив, к величине светового потока F_{λ_1}, упавшего на его переднюю линзу. В отличие от определения общего коэффициента светопропускания, в данном случае для измерения применяются монохроматические световые потоки с различной длиной волны, соответствующей разным участкам спектра. По результатам испытания строится график, выражающий зависимость коэффициента спектрального пропускания объектива от длины волны.

6. ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ РАЗРЕШАЮЩАЯ СИЛА

Этот показатель объектива характеризует его способность воспроизводить раздельно мелкие детали объекта съемки в различных частях поля изображения. Величина фотографической *разрешающей силы* выражается наибольшим числом штрихов (линий) на 1 *мм*, видимых раздельно в негативе. Такое определение фотографической разрешающей силы связывает свойства объектива с некоторыми качественными показателями фотографического светочувствительного материала и тем самым дает характеристику не самого объектива, а системы объектив — кинопленка. Применительно к киносъемочным и фотографическим объективам, которые создают изображение на светочувствительном материале, такой способ определения разрешающей силы дает результаты, наиболее близко соответствующие практическим. Возможность сопоставления различных объективов по величине разрешающей силы обеспечивается применением для испытаний определенных типов кинопленок с нормированными фотографическими свойствами, постоянных условий экспонирования и обработки.

При определении разрешающей силы объективов производится фотографирование ими просветных радиальных или штриховых мир абсолютного контраста, имеющих равную ширину линий и промежутков между ними. После обработки пленки определяется предел разрешения на различных участках поля кадра. Приводимые в каталогах и литературе значения разрешающей силы обычно определяются при полном относительном отверстии объектива.

Разрешающая сила объектива зависит от характера распределения энергии в изображении точки, даваемой объективом, и, следовательно, в известной степени служит суммарным критерием качества устранения различных видов аберраций. Вместе с тем ее не следует однозначно

отождествлять с понятием резкости или качества изображения, которое зависит еще от ряда других факторов.

Величина фотографической разрешающей силы обычно убывает по мере удаления от центра кадра и вследствие этого ее значение для каждого объектива указывается отдельно для центра и края. При диафрагмировании величина фотографической разрешающей силы объектива, как правило, увеличивается до некоторого определенного значения относительного отверстия, после чего дальнейшее диафрагмирование приводит к уменьшению разрешающей силы.

Для большинства современных киносъемочных объективов фотографическая разрешающая сила в центре кадра достигает 55—65 *лин/мм* снижаясь к краям до 25—40 *лин/мм*.

7. ПЕРЕДАЧА КОНТРАСТА И ОБЩЕЕ КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Общее качество изображения, даваемого объективом, включая понятие резкости, является его важнейшим показателем, но оно не может быть выражено однозначно, так как определяется одновременным действием таких факторов, как величина светорассеяния, различные остаточные аберрации, и рядом других.

Наиболее полно качество воспроизведения объективом изображения объекта съемки определяется его *частотно-контрастной характеристикой*, выражающей зависимость потери контраста оптического изображения по отношению к объекту съемки для деталей различного размера.

Известно, что интервал освещенности оптического изображения всегда меньше интервала яркости самого объекта из-за светорассеяния, т. е. контраст изображения объекта всегда меньше контраста объекта. Чем больше эта разница, тем хуже качество объектива.

Контраст объекта можно определить, измерив яркости его наиболее светлых и наиболее темных участков, по формуле:

$$K_{\text{объекта}} = \frac{B_{\text{макс}} - B_{\text{мин}}}{B_{\text{макс}} + B_{\text{мин}}},$$

где $B_{\text{макс}}$ — наибольшая яркость; $B_{\text{мин}}$ — наименьшая яркость.

Контраст изображения можно определить, измерив его наибольшую и наименьшую освещенности, по формуле:

$$K' = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{E_{\text{макс}} + E_{\text{мин}}},$$

где $E_{\text{макс}}$ — наибольшая освещенность в изображении миры, а $E_{\text{мин}}$ — наименьшая.

Коэффициент передачи контраста объективом будет равен:

$$C = \frac{K_{\text{изобр}}}{K_{\text{объекта}}}, \quad \text{или} \quad \frac{K'}{K}.$$

Таким образом: частотно-контрастная характеристика выражает отношение контраста изображения миры (K') к контрасту самой миры (K) при ряде различных пространственных частот, т. е. при различном количестве светлых и темных полос в изображении миры на 1 *мм*.

Снятие частотно-контрастных характеристик объективов производят на специальных измерительных установках с использованием штриховых или синусоидальных мир.

Показатели передачи контраста в виде частотно-контрастных характеристик, хотя и применяются широко при испытании киносъемочных объективов, еще не имеют нормированных методик проведения контроля по этим показателям и являются факультативными.

КИНОСЪЕМОЧНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ КИНЕМАТОГРАФА

Предприятия оптико-механической промышленности СССР и ряд иностранных фирм выпускают широкий ассортимент киносъемочных объективов для различных систем кинематографа и разных форматов кинопленки. В настоящем разделе приведены основные технические показатели и номенклатура отечественных киносъемочных объективов, основной ассортимент которых выпускается Ленинградским оптико-механическим объединением (ЛОМО), а также сведения о некоторых объективах с переменным фокусным расстоянием отдельных иностранных фирм.

Показатели объективов приведены в основном по данным, опубликованным НИКФИ в обзорах «Киносъемочные объективы отечественного и зарубежного производства» 1969 и 1973 гг., и по проспектам иностранных фирм.

1. АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ

Это наиболее распространенные обычные объективы, состоящие большей частью из линз со сферическими поверхностями. Они применяются для съемки фильмов по обычной системе кинематографа с классическим форматом кадра, с кашетированным кадром на 35-*мм* кинопленке, 70-*мм* широкоформатных и 16-*мм* узкопленочных. Естественно, что для каждого из указанных форматов рассчитываются и изготовляются соответствующие объективы, отличающиеся как фокусными расстояниями, так и размером полезного поля изображения, отвечающего площади кадра в каждой из указанных систем кинематографа.

В табл. III-6 приведен перечень и характеристики основных типов киносъемочных объективов с постоянными фокусными расстояниями, выпускаемых в СССР для съемки фильмов по обычной системе кинематографа на 35-*мм* кинопленке с размером кадра 22×16 *мм* и с кашетированным кадром.

Таблица III-6

Основные технические показатели выпускаемых в СССР объективов для съемки по обычной системе кинематографа на 35-*мм* кинопленке при размере кадра 22×16 *мм* и с кашетированным кадром

Шифр объектива	Фокусное расстояние, *мм*	Максимальное относительное отверстие		Фотографическая разрешающая сила, *лин/мм*		Освещенность на краю кадра, %	Вершинное фокусное расстояние, *мм*
		геометрическое	эффективное	в центре кадра	на краю кадра		
ОКС 1-12-1	12	1:2,5	1:2,9	60	10	38	19,5
ОКС 1-14-1	14	1:2,8	1:3,4	52	28	30	20,5
ОКС 2-16-1	16	1:2,8	1:3,4	62	35	20	20,65
ОКС 1-18-1	18	1:2,8	1:3,2	64	30	25	22,7
ОКС 3-18-1	18	1:2,5	1:3,2	65	30	22	21,1
ОКС 1-22-1	22	1:2,8	1:3,4	66	35	30	20,7
ОКС 1-28-1	28	1:2,5	1:2,9	66	20	40	21,2
ОКС 4-28-1	28	1:2	1:2,5	50	30	40	25,05
ОКС 1-32-1	32	1:2,5	1:2,9	63	25	50	23,6
ОКС 1-35-1	35	1:2	1:2,3	57	30	40	21,4
ОКС 2-35-1	35	1:2,8	1:3,2	58	30	55	33,9
ОКС 7-35-1	35	1:2,8	1:3,1	70	36	58	21,6
ОКС 8-35-1	35	1:2	1:2,4	50	34	55	24
ОКС 1-40-1	40	1:2,5	1:2,9	67	25	55	32,7
ОКС 1-50-1	50	1:2	1:2,4	60	40	40	32,4
ОКС 1-75-1	75	1:2	1:2,4	52	30	77	48,8
ОКС 6-75-1	75	1:2	1:2,3	54	36	72	40,8
ОКС 1-80-1	80	1:2	1:2,4	52	32	60	54,1
ОКС 1-100-1	100	1:2	1:2,4	53	36	70	64,9
«Юпитер-11»	135	1:4	1:4,3	53	50	74	62,5
ОКС 1-150-1	150	1:2,8	1:3,2	47	35	80	88,2
ОКС 1-200-1	200	1:2,8	1:3,2	47	32	82	119,2
ОКС 2-200-1	200	1:5	1:5,2	36	10	86	194,8
ОКС 1-300-1	300	1:3,5	1:4	33	28	92	181,6
ОКС 2-300-1	300	1:5	1:5,3	44	11	93	297,3
ОКС 2-500-1	500	1:5,6	—	37	23	97	59,3
ОКС 2-750-1	750	1:5,6	—	27	18	97	59,6
ОКС 2-1000-1	1000	1:6,3	—	27	15	98	59,7

Примечание. Кроме перечисленных в таблице выпускаются съемочные объективы ОКС 3-22-1, ОКС 7-28-1 и ОКС 11-35-1 с фокусными расстояниями 22, 28 и 35 *мм*, имеющие значительно увеличенные вершинные фокусные расстояния специально для применения в киносъемочных аппаратах с двумя обтюраторами, и мягкорисующие портретные объективы ОКС 7-50-1, ОКС 9-75-1 и ОКС 7-100-1 с фокусными расстояниями 50, 75 и 100 *мм*.

В табл. III-7 приведены аналогичные сведения по объективам с постоянными фокусными расстояниями для съемки широкоформатных фильмов на пленке шириной 70 *мм* при размере кадра 52,5×23 *мм*.

В табл. III-8 даны сведения по наиболее часто употребляемым в профессиональной аппаратуре объективам с постоянными фокусными расстояниями для съемки на 16-*мм* кинопленке при размере кадра 10,05×7,45 *мм*.

Таблица III-7

Основные технические показатели выпускаемых в СССР киносъемочных объективов для съемки широкоформатных фильмов на 70-*мм* кинопленке при размере кадра 52,5×23 *мм*

Шифр объектива	Фокусное расстояние, *мм*	Максимальное относительное отверстие		Фотографическая разрешающая сила, *лин/мм*		Освещенность на краю кадра, %	Вершинное фокусное расстояние, *мм*
		геометрическое	эффективное	в центре кадра	на краю кадра		
«Киноруссар-7»	22,5	1:3,5	1:4,5	63	20	26	26,3
«Киноруссар-10»	28	1:3,5	1:3,8	54	20	48	31,5
ОКС 2-28-1	28	1:4,5	1:5,2	46	18	35	14,1
ОКС 2-32-1	32	1:3	1:3,6	61	15	10	34,1
ОКС 4-40-1	40	1:3	1:3,6	62	30	30	39,9
ОКС 1-56-1	56	1:3	1:3,4	67	36	35	39,2
ОКС 3-56-1	56	1:3	1:3,4	62	25	63	33,7
ОКС 5-56-1	56	1:2,5	1:2,8	62	27	32	39,0
ОКС 4-75-1	75	1:2,8	1:3,2	54	42	50	54,0
ОКС 2-100-1	100	1:2,8	1:3,4	52	37	52	58,0
ОКС 1-125-1	125	1:2,8	1:3,2	55	28	56	74,8
ОКС 2-150-1	150	1:2,8	1:3,2	50	26	62	90,5

Таблица III-8

Основные технические показатели выпускаемых в СССР объективов для профессиональных 16-*мм* киносъемочных аппаратов при размере кадра 10,05×7,45 *мм*

Шифр объектива	Фокусное расстояние, *мм*	Максимальное относительное отверстие		Фотографическая разрешающая сила, *мн/мм*		Освещенность на краю кадра, %	Вершинное фокусное расстояние, *мм*
		геометрическое	эффективное	в центре кадра	на краю кадра		
«Ликар-8» (ОКС 1-7-1)	7	1:2,5	1:2,8	67	35	72	11,2
ОКС 1-10-1	10	1:2,8	1:3,1	65	35	60	15,01
ОКС 3-10-1	10	1:1,8	1:2,2	58	35	25	14,34
«Мир-11»	12,5	1:2	1:2,7	57	27	50	14,27
ОКС 2-15-1	15	1:2,8	1:3,4	65	45	58	14,75
ОКС 3-15-1	15	1:1,8	1:2,1	68	40	35	13,73
ОКС 2-20-1	20	1:1,8	1:2,2	56	36	50	17,28
«Вега-7»	20	1:2	1:2,4	64	36	45	13,28
РО 51-1	20	1:2,8	1:3,6	40	35	60	16,11
ОКС 1-25-1	25	1:2,5	1:3,4	60	34	60	16,65
ОКС 1-50	50	1:2	1:2,5	53	36	68	32,85
«Таир-41»	50	1:2,2	1:2,6	44	34	58	30,07
ОКС 2-75-1	75	1:2,8	1:3,6	55	50	88	43,9

Данные по объективам с переменным фокусным расстоянием для всех форматов приведены в параграфе 3 «Объективы с переменным фокусным расстоянием» (см. стр. 166).

2. АНАМОРФОТНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ

Для съемки фильмов по принятой в СССР системе широкоэкранного кинематографа на 35-*мм* кинопленке применяются специальные анаморфотные киносъемочные объективы или насадки к обычным объективам. Особенность этих оптических систем в том, что даваемое ими изображение имеет различный масштаб в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Отношение линейного увеличения анаморфотного объектива в горизонтальном направлении ($\beta_г$) к линейному увеличению в вертикальном направлении ($\beta_в$) называют *коэффициентом анаморфирования А*:

$$A = \frac{\beta_г}{\beta_в}.$$

Для принятой у нас системы широкоэкранного кинематографа выбраны коэффициенты анаморфирования: при съемке $A_с = 0{,}5$, при проекции $A_п = 2$. Это значит, что получаемое при съемке изображение как бы сжато в два раза в горизонтальном направлении, а фокусное расстояние съемочного объектива в горизонтальной плоскости в два раза короче, чем в вертикальной. При проекции с коэффициентом $A_п = 2$ восстанавливаются правильные пропорции изображения, т. е. происходит дезанаморфирование.

Анаморфотные объективы большей частью состоят из обычного объектива и цилиндрической насадки, установленной перед ним или за ним. В случае установки насадки перед объективом образующие ее цилиндрических линз ориентируются параллельно вертикальным границам кадра, и она укорачивает фокусное расстояние объектива в горизонтальном направлении в два раза. Насадки, установленные за объективом, ориентируются своими образующими параллельно горизонтальным границам кадра, не влияют на фокусное расстояние объектива в горизонтальном направлении, но как бы увеличивают его в два раза в вертикальном.

Для анаморфотных систем указываются величины фокусных расстояний, соответствующие вертикальной плоскости, т. е. большее из двух свойственных системе.

На рис. III-7 приведена схема анаморфотной киносъемочной системы с цилиндрической насадкой перед объективом, где *1* и *2* — цилиндрические компоненты насадки; *3* — объектив.

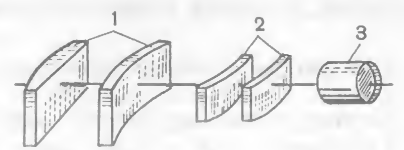


Рис. III-7. Схема анаморфотного объектива

Длиннофокусные объективы и объективы с переменным фокусным расстоянием чаще снабжаются насадками

в заднем отрезке, т. е. за объективом, что позволяет уменьшить их размеры и вес.

В табл. III-9 приведены основные сведения о выпускаемых в СССР анаморфотных съемочных объективах и насадках, применяемых при производстве широкоэкранных фильмов.

Таблица III-9

Основные технические показатели выпускаемых в СССР анаморфотных объективов для съемки широкоэкранных кинофильмов

Шифр объектива	Фокусное расстояние, *мм*	Максимальное относительное отверстие		Фотографическая разрешающая сила, *лин/мм*		Освещенность на краю кадра, %	Вершинное фокусное расстояние, *мм*
		геометрическое	эффективное	в центре кадра	на краю кадра		
35 БАС 12-2	30	1:2,8	1:3,5	68	35	60	21,35
35 БАС 10-2	35	1:2,5	1:3	65	23	38	21,4
35 БАС 4-13	50	1:2	1:2,5	62	30	40	32,1
35 НАС 4-10	50	1:2	1:2,6	52	30	53	32,1
35 НАС 4-10	75	1:2	1:2,5	53	20	78	48,9
35 БАС 23-2	75	1:2	1:2,5	55	38	70	40,9
35 БАС 4-14	80	1:2	1:2,3	54	25	70	59,0
35 БАС 25-1	100	1:2,8	1:3,4	55	32	68	57,8
35 БАС 2-2	150	1:3,5	1:4,2	33	26	80	90,8
35 БАС 3-2	200	1:4,5	1:5,6	31	27	90	121,8
35 БАС 13-1	300	1:4	1:4,7	30	12	80	90,8
35 БАС 14-1	500	1:5,6	1:6,8	28	22	70	166,3
ОКС 2-500-1А	500	1:4	1:6,5	35	28	—	32,2
ОКС 2-750-1А	750	1:4	—	23	20	—	32,5
ОКС 2-1000-1А	1000	1:4,5	—	23	20	—	32,6

Анаморфотные объективы, собранные в общий конструктивный блок, состоящий из обычного объектива и стоящей перед ним анаморфотной насадки, обозначаются шифром БАС — блок анаморфотный съемочный. Системы из объектива и насадки спереди, сочленяемые непосредственно на аппарате, имеют шифр НАС — насадка анаморфотная съемочная. Последняя конструкция позволяет одну анаморфотную насадку применять с несколькими объективами различных фокусных расстояний. Длиннофокусные объективы с анаморфотными насадками, расположенными в их заднем отрезке, имеют, как и обычные сферические объективы, шифр ОКС — объектив киносъемочный, но с буквой А в конце шифра — анаморфотный.

3. ОБЪЕКТИВЫ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ

В практике киносъемок все большее применение находят *объективы с переменным фокусным расстоянием*, которые позволяют оператору плавно изменять во время съемки масштаб изображения и соответственно угол зрения объектива. При всех значениях фокусного расстояния сохраняются неизменными установленное значение относительного отверстия и дистанция наводки. Выпускаемые объективы имеют значительный диапазон изменения фокусного расстояния, доходящий в отдельных моделях до 1:10 и даже 1:20. Плавное изменение фокусного расстояния объектива во время съемки позволяет получить эффект приближения к объекту съемки (наезд) или удаления от него (отъезд) без перемещения камеры. Однако этим не ограничиваются случаи их применения. Они часто заменяют набор объективов с различными фокусными расстояниями и позволяют оператору в каждом случае подобрать наиболее подходящее фокусное расстояние для съемки того или другого кадра.

Однако следует обратить внимание на то, что, используя объектив с переменным фокусным расстоянием для получения эффекта наезда или отъезда, получают несколько отличный характер изменения изображения, чем в случае перемещения киносъемочного аппарата с объективом постоянного фокусного расстояния.

При постоянной дистанции съемки и переменном фокусном расстоянии объектива происходит одинаковое изменение масштаба изображения всех предметов в кадре, независимо от их расположения по глубине пространства и удаленности от аппарата. Линейная перспектива не изменяется, но непрерывно изменяется угол поля изображения.

При перемещении камеры и постоянном фокусном расстоянии объектива изменение масштаба изображения предметов, расположенных на различных расстояниях от аппарата, происходит не одинаково. Для предметов, находящихся ближе к аппарату, масштаб изменяется больше, а для более удаленных — меньше. Линейная перспектива непрерывно изменяется, общий угол изображения остается постоянным, а взаимное расположение в кадре разноудаленных от камеры предметов изменяется. Вследствие указанных особенностей планы, снятые с движения камеры, как правило, производят впечатление более динамичных. Однако это нисколько не ограничивает применение для этой цели объективов с переменным фокусным расстоянием.

Объективы с переменным фокусным расстоянием выпускаются для съемок на кинопленках шириной 16, 35, 70 *мм* и всех видов кинематографа, используемых в настоящее время.

Обеспечение необходимой плавности изменения величины фокусного расстояния, удобство фокусирования и диафрагмирования объектива с переменным фокусным расстоянием достигается дистанционным управлением всеми указанными параметрами или их частью при помощи микроэлектродвигателей, что существенно упрощает работу оператора.

В табл. III-10 приведены основные технические показатели объективов профессионального назначения с переменным фокусным расстоянием, выпускаемых в СССР для различных форматов пленки и систем кинематографа.

В табл. III-11 приведены основные технические показатели некоторых объективов с переменным фокусным расстоянием отдельных

Таблица III-10

Основные технические показатели наиболее распространенных объективов с переменным фокусным расстоянием, выпускаемых в СССР

Шифр объектива	Пределы изменения фокусного расстояния, *мм*	Максимальное относительное отверстие	
		геометрическое	эффективное
Объективы для съемки по обычной системе кинематографа на 35-*мм* кинопленке			
35 ОПФ 8-1	20—120	1:3,5	1:4,3
35 ОПФ 9-1	25—100	1:3,5	1:4
35 ОПФ 16-1*	25—100	1:3,2	1:3,6
35 ОПФ 5-1	25—150	1:3,5	1:4,4
35 ОПФ 10-1**	25—150	1:2,5	1:3,6
35 ОПФ 7-1	25—250	1:3,5	1:4,6
35 ОПФ 15-1*	25—250	1:3,2	1:3,6
«Фотон»	37—140	1:3,5	1:4
«Ленар-2м»	40—160	1:3,8	1:5,2
Объективы для съемки широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением на 35-*мм* кинопленке			
«Фотон А»	37—140	1:3,5	1:4,4
35 ОПФ 9-1А	50—200	1:4,5	1:6
35 ОПФ 16-1А*	50—200	1:4,5	1:5,1
35 ОПФ 5-1А	50—300	1:5	1:6,3
35 ОПФ 7-1А	50—500	1:5	1:6,3
35 ОПФ 15-1А*	50—500	1:4,5	1:5,1
35 ОПФ 3А	74—280	1:5	1:5,6
Объективы для съемки широкоформатных фильмов на 70-*мм* кинопленке			
70 ОПФ 3-1	40—160	1:3,5	1:4,3
70 ОПФ 4-1	50—106	1:3,5	1:4,4
Объективы для съемки на 16-*мм* кинопленке			
16 ОПФ 1-2	12—120	1:2,4	1:3,5
«Метеор-5»	17—68	1:1,9	1:2,7
«Ленар-16»	18—70	1:2,4	1:3,5

* Допускается наводка на короткие дистанции до 25 *мм* от передней линзы объектива.

** Со светоделительным устройством.

Таблица III-11

Киносъемочные объективы с переменным фокусным расстоянием иностранных фирм

Название объектива	Пределы изменения фокусного расстояния, *мм*	Относительное отверстие	Фирма	Страна
Объективы для съемки обычных фильмов на 35-*мм* кинопленке				
«Анженье-Зум»	20—120	1:2,6	«Анженье»	Франция
«Анженье-Зум»	25—250	1:3,2	То же	То же
«Варотал»	20—100	1:2,8	«Ренк Тейлор»	Англия
«Варио-Зонар»	22—154	1:2,8	«Оптон»	ФРГ
«Макро-Зум»	25—120	1:2,4	«Кэнон»	Япония
Объективы для съемки широкоэкранных фильмов на 35-*мм* кинопленке				
«Проминар-Нак»	50—500	1:4,8	«Кова»	Япония
«Диалископ-Зум»	50—500	1:4,5	«Соро»	Франция
«Ультраскоп»	76—300	1:5,6	«Шнейдер»	ФРГ
«Паназум»	40—140	1:4,5	«Панавижн»	США
«Паназум»	50—500	1:4,5	То же	То же
Объективы для съемки на 16-*мм* кинопленке				
«Кук Варио Кинетал»	9—50	1:2,5	«Ренк Тейлор»	Англия
«Кук Варотал»	20—100	1:2,8	То же	То же
«Анженье-Зум»	9,5—57	1:1,6	«Анженье»	Франция
То же	9,5—95	1:2,2	То же	То же
»	12—120	1:2,2	»	»
»	12—240	1:3,5	»	»
»	12,5—75	1:2,2	»	»
»	17—68	1:2,2	»	»
«Варио-Зонар»	10—100	1:2,8	«Оптон»	ФРГ
«Пентовар-16»	15—60	1:2,8	«Камера унд киноверке»	ГДР
«Пентовар-16 комби»*	15—120	1:2,8 и 1:5,6	То же	То же
«Варио-Зонар»	12,5—75	1:2	«Цейсс»	»
«Кэнон-Зум»	25—100	1:1,8	«Кэнон»	Япония
«Вариогон»	10—100	1:2	«Шнейдер»	ФРГ

* Два сменных оптических компонента позволяют изменять фокусное расстояние с одним из них от 15 до 60 *мм* и со вторым — от 30 до 120 *мм*.

иностранных фирм. Следует отметить, что для применения в 16-*мм* киносъемочных аппаратах без зеркального обтюратора ряд объективов для этого формата выпускается со светоделительными устройствами и специальными визирами.

ПАНОРАМИРОВАНИЕ И СЪЕМКА ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ

В практике киносъемки часто применяется *панорамирование*, т. е. поворот киносъемочного аппарата во время съемки или его перемещение в пространстве. В первом случае панорамирование осуществляется поворотом камеры на неподвижной опоре в горизонтальной или вертикальной плоскости. Такой вид панорамирования иногда называют стационарным, в отличие от *динамического*, когда съемочный аппарат перемещается в пространстве.

Эти виды панорамирования применяются при съемке как неподвижных объектов, так и движущихся. Панорамирование в горизонтальной плоскости часто используется для широкого показа окружающей обстановки, позволяя выявить детали, пропадающие при съемке общим планом сразу всего пространства.

При этом необходимо все время сохранять достаточную резкость всего изображения в кадре, чтобы не мешать его рассматриванию. Это достигается ограничением скорости панорамирования, предельно допустимая величина которой зависит в первую очередь от фокусного расстояния применяемого съемочного объектива, дистанции, частоты съемки и величины угла открытия обтюратора аппарата.

Вторым типичным случаем применения панорамирования является *движение аппарата*, сопровождающее какой-либо движущийся объект: автомобиль, поезд, бегущего спортсмена и т. д.

При панорамировании для сопровождения движущегося объекта съемки резкость его тем лучше, чем точнее совпадает скорость поворота или перемещения аппарата с видимым перемещением самого объекта. В этом случае размытость изображения фона во многих случаях не только не является дефектом, но, наоборот, способствует созданию у зрителя впечатления естественности и быстроты движения.

В случаях съемки неподвижной камерой движущихся объектов величина смазки изображения зависит от скорости перемещения объекта, фокусного расстояния объектива, частоты съемки, угла открытия обтюратора, расстояния от объекта до камеры и угла, под которым он перемещается относительно оптической оси объектива.

А. Головня в своей книге «Мастерство кинооператора» рекомендует применять при обзорном панорамировании и съемке движущихся объектов такие относительные перемещения камеры и объекта съемки, при которых величина смазки изображения на пленке за время экспонирования одного кадра не превышала бы 0,05 *мм*. При углах открытия обтюратора, близких 180°, когда время экспонирования приблизительно равно времени транспортирования пленки, общее перемещение изображения за время одного полного цикла экспонирование — транспортирование составит около 0,1 *мм*. Исходя из этих величин и рассчитаны приведенные ниже таблицы.

Минимально допустимая дистанция съемки неподвижной камерой объектов, перемещающихся перпендикулярно ее оси в зависимости от их скорости, фокусного расстояния объектива и частоты съемки, может быть определена по формуле:

$$d = \frac{fv}{nl},$$

где d — минимальная дистанция съемки, *м*; f — фокусное расстояние объектива, *мм*; v — скорость движения объекта съемки, *м/с*; n — частота съемки, *кадр/с*; l — допустимая величина смещения изображения за время экспонирования и транспортирования кинопленки за одну кадросмену, *мм*.

В табл. III-12 приведены значения минимальных дистанций съемки неподвижной камерой объектов, движущихся перпендикулярно оси объектива съемочного аппарата со скоростями от 1 до 200 *км/ч*, или от 0,3 до 56 *м/с*.

Следует обратить внимание на то, что допустимое расстояние съемки движущихся объектов уменьшается, если они перемещаются не

Таблица III-12

Минимальная дистанция съемки в метрах объектов, движущихся перпендикулярно оси неподвижной камеры при частоте съемки 24—25 *кадр/с* и угле открытия обтюратора около 180°

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Скорость движения объекта съемки, *км/ч*											
	1	2	3	4	5	10	15	20	30	50	100	200
	Скорость движения объекта съемки, *м/с*											
	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	2,8	4,1	5,5	8,3	14	28	56
16	2,0	4,0	5,3	7,3	9,3	19	27	37	55	93	187	374
18	2,3	4,5	6,0	8,3	10,5	21	31	41	62	105	210	420
22	2,8	5,5	7,3	10	13	26	37	50	76	128	257	513
25	3,1	6,2	8,3	11	15	29	43	57	86	146	293	586
28	3,5	7,0	9,3	13	16	33	48	64	96	162	325	650
35	4,4	8,7	12	16	20	41	60	80	121	204	408	816
40	5,0	10	13	18	23	47	69	92	139	234	468	936
50	6,4	13	17	23	29	58	85	115	173	291	582	1168
75	9,4	19	25	34	44	88	128	172	259	438	875	1750
100	13	25	34	46	58	116	170	229	346	582	1164	2336
150	19	38	50	69	88	175	256	344	518	876	1750	3500

перпендикулярно оси аппарата, так как в этом случае перемещение изображения на пленке тем меньше, чем меньше угол, под которым предмет перемещается по отношению к оптической оси камеры.

При панорамировании предельно допустимый угол поворота камеры за время съемки одного кадра определяется формулой:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{f},$$

где α — угол поворота камеры, *град*; f — фокусное расстояние объектива, *мм*; l — допустимое смещение изображения, *мм*.

Естественно, что допустимый поворот камеры при панорамировании в 1 *с* будет при этом равен αn, где α — угол поворота на один кадр, *град*; n — частота съемки, *кадр/с*.

В табл. III-13 приведено минимально допустимое время панорамирования при повороте съемочного аппарата на определенный угол и съемке статических объектов объективами различного фокусного расстояния.

Таблица III-13

Время панорамирования при съемке статических объектов на кинопленку шириной 35 *мм* при угле открытия обтюратора около 180° и частоте съемки 24 *кадр/с*

Угол поворота аппарата, *град.*	Фокусные расстояния объективов, *мм*											
	16	18	22	28	35	40	50	75	100	150	200	300
	Минимально-допустимое время панорамирования											
	секунды											минуты
30	3	4	5	6	8	9	11	16	22	33	44	1,1
60	7	8	10	12	15	17	22	33	44	1,1	1,4	2,2
90	10	12	14	18	23	26	33	49	1,1	1,6	2,2	3,3
120	14	16	19	24	30	35	44	1,1	1,4	2,2	2,9	4,3
150	17	20	24	31	39	44	54	1,4	1,8	2,5	3,6	5,4
180	21	24	29	37	46	52	1,1	1,6	2,2	3,3	4,3	6,5

В табл. III-14 указаны допустимые углы поворота камеры за 1 *с* при съемке статических объектов объективами различных фокусных расстояний. Во всех случаях угол открытия обтюратора принят равным 180°.

Таблица III-14

Допустимый угол поворота в градусах 35-*мм* камеры за 1 с при панорамировании и съемке статического объекта. Угол открытия обтюратора около 180°

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Частота киносъемки, *кадр/с*						
	24	48	96	120	180	240	300
16	8,6	17,3	34,6	43,2	64,7	86,3	108
18	7,7	15,3	30,6	38,4	57,5	76,7	96
22	6,3	12,6	25,1	31,4	47,1	62,8	78,5
25	5,5	11,0	22,0	27,6	41,3	55,0	69
28	4,9	9,8	19,7	24,6	36,9	49,2	62
35	3,9	7,9	15,8	19,7	29,6	39,5	49,3
40	3,4	6,9	13,8	17,2	25,8	34,5	43,1
50	2,8	5,5	11,0	13,8	20,7	27,6	34,5
75	1,8	3,7	7,3	9,2	13,7	18,3	22,9
100	1,4	2,8	5,5	6,9	10,3	13,8	17,2
125	1,1	2,2	4,4	5,5	8,3	11,0	13,8
150	0,9	1,8	3,7	4,6	6,9	9,2	11,5
200	0,7	1,4	2,8	3,4	5,2	6,9	8,6
300	0,5	0,9	1,8	2,3	3,4	4,6	5,7

ТАБЛИЦЫ ГЛУБИН РЕЗКОСТИ, ГИПЕРФОКАЛЬНЫХ РАССТОЯНИЙ И РАЗМЕРОВ КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ КИНОСЪЕМОЧНЫХ ОБЪЕКТИВОВ

В табл. III-15—III-24 указаны значения глубин резкости и гиперфокальных расстояний для киносъемочных объективов, рассчитанных на кадр 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке, вычисленные для допустимого кружка нерезкости диаметром 0,03 *мм*.

В табл. III-25—III-35 аналогичные сведения приведены по объективам для съемок на 16-*мм* кинопленке при размере кадра 10,05×7,45 *мм* и допустимом кружке нерезкости 0,015 *мм*.

Размеры картинной плоскости во всех случаях вычислены для указанных в таблицах дистанций наводки и размеров кадра в негативе.

Таблица III-15

Объектив с фокусным расстоянием 16 *мм* для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	4,3	3,0	2,1	1,5	1,1	0,8	0,5	0,4	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
0,75	0,64 / 0,91	0,60 / 1,0	0,55 / 1,17	0,50 / 1,50	0,45 / 2,36	0,39 / 12,0	0,30 / ∞	0,26 / ∞	1,03×0,75
1,0	0,81 / 1,30	0,75 / 1,50	0,68 / 1,91	0,60 / 3,0	0,52 / ∞	0,44 / ∞	0,33 / ∞	0,28 / ∞	1,37×1,0
1,25	0,97 / 1,76	0,88 / 2,14	0,78 / 3,09	0,68 / 7,52	0,59 / ∞	0,49 / ∞	0,43 / ∞	0,30 / ∞	1,74×1,25
1,5	1,11 / 2,30	1,0 / 3,0	0,87 / 5,25	0,75 / ∞	0,64 / ∞	0,52 / ∞	0,38 / ∞	0,32 / ∞	2,06×1,5
2,0	1,36 / 3,74	1,20 / 6,0	1,02 / 42,0	0,86 / ∞	0,71 / ∞	0,57 / ∞	0,40 / ∞	0,33 / ∞	2,75×2,0
2,5	1,58 / 6,0	1,36 / 15,0	1,14 / ∞	0,94 / ∞	0,77 / ∞	0,61 / ∞	0,42 / ∞	0,34 / ∞	3,44×2,5
3,0	1,77 / 9,94	1,5 / ∞	1,23 / ∞	1,00 / ∞	0,81 / ∞	0,63 / ∞	0,43 / ∞	0,35 / ∞	4,12×3,0
4,0	2,07 / 57,2	1,71 / ∞	1,38 / ∞	1,09 / ∞	0,86 / ∞	0,67 / ∞	0,44 / ∞	0,36 / ∞	5,50×4,0
5,0	2,31 / ∞	1,88 / ∞	1,48 / ∞	1,15 / ∞	0,90 / ∞	0,69 / ∞	0,45 / ∞	0,37 / ∞	6,87×5,0
7,0	2,66 / ∞	2,10 / ∞	1,62 / ∞	1,24 / ∞	0,95 / ∞	0,72 / ∞	0,47 / ∞	0,38 / ∞	9,62×7,0

Таблица III-16

Объектив с фокусным расстоянием 18 *мм* для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	5,4	3,9	2,7	1,9	1,4	1,0	0,7	0,5	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
0,75	0,66 / 0,87	0,63 / 0,93	0,59 / 1,04	0,54 / 1,24	0,49 / 1,68	0,43 / 3,0	0,36 / ∞	0,3 / ∞	0,92×0,67
1,0	0,84 / 1,22	0,8 / 1,34	0,73 / 1,59	0,65 / 2,11	0,58 / 3,5	0,5 / ∞	0,41 / ∞	0,33 / ∞	1,22×0,89
1,25	1,03 / 1,63	1,02 / 1,99	0,85 / 2,33	0,75 / 3,65	0,66 / 11,7	0,56 / ∞	0,45 / ∞	0,36 / ∞	1,52×1,11
1,5	1,24 / 2,19	1,08 / 2,44	0,97 / 3,38	0,84 / 7,12	0,72 / ∞	0,6 / ∞	0,48 / ∞	0,37 / ∞	1,84×1,33
2,0	1,46 / 3,18	1,32 / 4,1	1,15 / 7,7	0,98 / ∞	0,82 / ∞	0,67 / ∞	0,52 / ∞	0,4 / ∞	2,44×1,78
2,5	1,71 / 4,65	1,52 / 6,96	1,3 / 33,8	1,08 / ∞	0,9 / ∞	0,72 / ∞	0,55 / ∞	0,42 / ∞	3,05×2,22
3,0	1,93 / 6,75	1,7 / 13,0	1,42 / ∞	1,16 / ∞	0,96 / ∞	0,75 / ∞	0,57 / ∞	0,43 / ∞	3,66×2,66
4,0	2,29 / 15,4	1,97 / ∞	1,61 / ∞	1,29 / ∞	1,04 / ∞	0,8 / ∞	0,6 / ∞	0,44 / ∞	4,88×3,56
5,0	2,6 / 67,3	2,19 / ∞	1,76 / ∞	1,38 / ∞	1,1 / ∞	0,83 / ∞	0,62 / ∞	0,45 / ∞	6,1×4,45

Таблица III-17

Объектив с фокусным расстоянием 22 *мм*

для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	7,4	5,8	4,0	2,9	2,0	1,5	1,0	0,8	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
0,75	0,68 / 0,83	0,66 / 0,86	0,63 / 0,92	0,60 / 1,01	0,55 / 1,20	0,50 / 1,50	0,43 / 3,0	0,39 / 12,0	0,75×0,55
1,0	0,88 / 1,15	0,85 / 1,21	0,80 / 1,33	0,74 / 1,53	0,67 / 2,0	0,60 / 3,0	0,5 / ∞	0,44 / ∞	1,0×0,73
1,25	1,07 / 1,50	1,03 / 1,59	0,95 / 1,82	0,88 / 2,20	0,77 / 3,33	0,68 / 7,52	0,56 / ∞	0,49 / ∞	1,25×0,91
1,5	1,25 / 1,88	1,19 / 2,02	1,09 / 2,40	0,99 / 3,11	0,86 / 6,0	0,75 / ∞	0,60 / ∞	0,52 / ∞	1,5×1,09
2,0	1,57 / 2,74	1,49 / 3,05	1,33 / 4,0	1,18 / 6,44	1,0 / ∞	0,86 / ∞	0,67 / ∞	0,57 / ∞	2,0×1,45
2,5	1,87 / 3,78	1,75 / 4,40	1,54 / 6,67	1,34 / 18,1	1,11 / ∞	0,94 / ∞	0,72 / ∞	0,61 / ∞	2,5×1,82
3,0	2,13 / 5,05	1,98 / 6,23	1,72 / 12,0	1,47 / ∞	1,20 / ∞	1,0 / ∞	0,75 / ∞	0,63 / ∞	3,0×2,18
4,0	2,60 / 8,56	2,37 / 12,9	2,0 / ∞	1,68 / ∞	1,33 / ∞	1,09 / ∞	0,80 / ∞	0,67 / ∞	4,0×2,91
5,0	2,98 / 15,4	2,68 / 36,2	2,23 / ∞	1,84 / ∞	1,43 / ∞	1,15 / ∞	0,84 / ∞	0,69 / ∞	5,0×3,64
7,0	3,60 / 129,0	3,17 / ∞	2,54 / ∞	2,05 / ∞	1,56 / ∞	1,23 / ∞	0,88 / ∞	0,72 / ∞	7,0×5,09
10,0	4,26 / ∞	3,67 / ∞	2,85 / ∞	2,25 / ∞	1,66 / ∞	1,30 / ∞	0,91 / ∞	0,74 / ∞	10×7,27

Таблица III-18

Объектив с фокусным расстоянием 25 *мм*

для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	10,4	7,5	5,2	3,7	2,6	1,9	1,3	1,0	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,0	0,91 / 1,11	0,88 / 1,15	0,84 / 1,24	0,79 / 1,37	0,72 / 1,62	0,66 / 2,11	0,57 / 4,34	0,50 / ∞	0,88×0,64
1,25	1,11 / 1,42	1,07 / 1,50	1,01 / 1,65	0,94 / 1,89	0,84 / 2,41	0,75 / 3,65	0,64 / 32,5	0,56 / ∞	1,10×0,80
1,5	1,31 / 1,75	1,25 / 1,88	1,16 / 2,10	1,07 / 2,52	0,95 / 3,55	0,84 / 7,14	0,70 / ∞	0,60 / ∞	1,34×0,96
2,0	1,68 / 2,48	1,57 / 2,73	1,45 / 3,25	1,30 / 4,35	1,13 / 8,69	0,98 / ∞	0,79 / ∞	0,67 / ∞	1,76×1,28
2,5	2,01 / 3,29	1,88 / 3,75	1,69 / 4,82	1,49 / 7,70	1,28 / 65,0	1,08 / ∞	0,86 / ∞	0,71 / ∞	2,20×1,60
3,0	2,33 / 4,22	2,14 / 5,0	1,90 / 7,10	1,66 / 15,80	1,39 / ∞	1,16 / ∞	0,91 / ∞	0,75 / ∞	2,64×1,94
4,0	2,89 / 6,52	2,61 / 8,60	2,26 / 17,3	1,92 / ∞	1,58 / ∞	1,29 / ∞	0,98 / ∞	0,80 / ∞	3,52×2,56
5,0	3,37 / 9,64	3,0 / 15,0	2,55 / 130,0	2,12 / ∞	1,71 / ∞	1,38 / ∞	1,03 / ∞	0,83 / ∞	4,40×3,20
7,0	4,18 / 21,4	3,61 / 105,0	2,98 / ∞	2,42 / ∞	1,90 / ∞	1,50 / ∞	1,09 / ∞	0,88 / ∞	6,16×4,48
10,0	5,10 / 260,0	4,28 / ∞	3,42 / ∞	2,70 / ∞	2,06 / ∞	1,60 / ∞	1,15 / ∞	0,91 / ∞	8,80×6,40

Таблица III-19

Объектив с фокусным расстоянием 28 *мм*
для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	13,1	9,4	6,5	4,7	3,3	2,4	1,7	1,2	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,0	0,93 / 1,08	0,90 / 1,12	0,87 / 1,18	0,82 / 1,27	0,77 / 1,43	0,71 / 1,72	0,63 / 2,43	0,55 / 6,0	0,79×0,57
1,25	1,14 / 1,39	1,10 / 1,44	1,05 / 1,55	0,99 / 1,70	0,91 / 2,02	0,82 / 2,60	0,72 / 4,73	0,61 / 30,0	0,98×0,72
1,5	1,35 / 1,70	1,29 / 1,79	1,22 / 1,95	1,13 / 2,20	1,03 / 2,76	0,92 / 4,0	0,80 / 12,7	0,67 / ∞	1,18×0,86
2,0	1,74 / 2,36	1,65 / 2,54	1,53 / 2,90	1,40 / 3,48	1,24 / 5,07	1,09 / 12,0	0,92 / ∞	0,75 / ∞	1,57×1,14
2,5	2,10 / 3,09	1,97 / 3,40	1,80 / 4,05	1,63 / 5,35	1,43 / 10,3	1,22 / ∞	1,01 / ∞	0,81 / ∞	1,96×1,43
3,0	2,44 / 3,88	2,28 / 4,42	2,05 / 5,56	1,83 / 8,30	1,57 / 33,0	1,33 / ∞	1,08 / ∞	0,86 / ∞	2,36×1,71
4,0	3,06 / 5,77	2,80 / 6,97	2,48 / 10,4	2,16 / 26,8	1,81 / ∞	1,50 / ∞	1,20 / ∞	0,92 / ∞	3,14×2,28
5,0	3,61 / 8,10	3,25 / 10,6	2,83 / 21,8	2,48 / ∞	1,99 / ∞	1,62 / ∞	1,27 / ∞	0,97 / ∞	3,93×2,86
7,0	4,56 / 15,0	4,0 / 27,4	3,36 / ∞	2,81 / ∞	2,24 / ∞	1,79 / ∞	1,36 / ∞	1,02 / ∞	5,50×4,00
10,0	5,67 / 42,2	4,85 / ∞	3,93 / ∞	3,20 / ∞	2,48 / ∞	1,93 / ∞	1,45 / ∞	1,07 / ∞	7,86×5,72

Таблица III-20

Объектив с фокусным расстоянием 35 *мм*
для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	20,4	14,6	10,2	7,3	5,1	3,7	2,6	1,9	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,0	0,96 / 1,05	0,94 / 1,07	0,91 / 1,11	0,88 / 1,16	0,84 / 1,24	0,79 / 1,37	0,72 / 1,62	0,65 / 2,10	0,64×0,46
1,25	1,18 / 1,33	1,15 / 1,37	1,12 / 1,43	1,07 / 1,51	1,00 / 1,66	0,93 / 1,89	0,84 / 2,40	0,75 / 3,66	0,80×0,57
1,5	1,40 / 1,62	1,36 / 1,67	1,31 / 1,76	1,25 / 1,89	1,16 / 2,12	1,07 / 2,52	0,95 / 3,54	0,84 / 7,10	0,96×0,69
2,0	1,82 / 2,22	1,76 / 2,32	1,67 / 2,48	1,57 / 2,75	1,44 / 3,29	1,30 / 4,35	1,13 / 8,65	0,97 / ∞	1,28×0,91
2,5	2,22 / 2,84	2,13 / 3,06	2,06 / 3,30	1,86 / 3,81	1,68 / 4,90	1,49 / 7,70	1,27 / 65,0	1,08 / ∞	1,60×1,14
3,0	2,62 / 3,51	2,49 / 3,78	2,32 / 4,25	2,12 / 5,10	1,89 / 7,28	1,66 / 15,90	1,39 / ∞	1,16 / ∞	1,92×1,37
4,0	3,34 / 4,98	3,14 / 5,52	2,88 / 6,58	2,58 / 8,85	2,24 / 18,50	1,92 / ∞	1,58 / ∞	1,29 / ∞	2,55×1,83
5,0	4,01 / 6,61	3,72 / 7,60	3,36 / 9,80	2,97 / 15,90	2,52 / 25,5	2,13 / ∞	1,71 / ∞	1,37 / ∞	3,19×2,28
7,0	5,20 / 10,70	4,73 / 13,40	4,12 / 22,10	3,57 / 170,0	2,95 / ∞	2,42 / ∞	1,90 / ∞	1,49 / ∞	4,47×3,20
10,0	6,72 / 19,60	5,94 / 31,70	5,05 / 51,00	4,22 / ∞	3,38 / ∞	2,70 / ∞	2,06 / ∞	1,60 / ∞	6,38×4,57
15,0	8,64 / 56,70	7,40 / ∞	6,07 / ∞	4,91 / ∞	3,80 / ∞	2,97 / ∞	2,22 / ∞	1,69 / ∞	9,57×6,85

Таблица III-21

Объектив с фокусным расстоянием 40 *мм*
для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	27	19	13	9,5	6,7	4,9	3,4	2,5	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,0	0,96 / 1,04	0,95 / 1,05	0,93 / 1,08	0,90 / 1,12	0,87 / 1,17	0,83 / 1,25	0,77 / 1,42	0,72 / 1,67	0,54×0,38
1,25	1,20 / 1,31	1,17 / 1,34	1,14 / 1,38	1,10 / 1,44	1,05 / 1,54	0,99 / 1,68	0,91 / 1,98	0,83 / 2,50	0,69×0,5
1,5	1,42 / 1,59	1,39 / 1,63	1,34 / 1,70	1,30 / 1,79	1,23 / 1,94	1,15 / 2,16	1,04 / 2,68	0,94 / 3,75	0,83×0,6
2,0	1,86 / 2,16	1,81 / 2,24	1,73 / 2,36	1,65 / 2,53	1,54 / 2,86	1,36 / 3,24	1,26 / 4,85	1,11 / 10,0	1,10×0,8
2,5	2,29 / 2,76	2,20 / 2,88	2,10 / 3,09	1,98 / 3,40	1,82 / 4,0	1,66 / 5,1	1,44 / 9,5	1,25 / ∞	1,37×1,0
3,0	2,70 / 3,38	2,58 / 3,56	2,43 / 3,90	2,28 / 4,39	2,07 / 5,43	1,86 / 7,75	1,59 / 25,5	1,36 / ∞	1,65×1,2
4,0	3,48 / 4,70	3,30 / 5,05	3,05 / 5,80	2,81 / 6,90	2,50 / 9,90	2,20 / 22,2	1,84 / ∞	1,54 / ∞	2,20×1,6
5,0	4,22 / 6,15	3,96 / 6,80	3,61 / 8,15	3,28 / 10,5	2,86 / 19,6	2,47 / ∞	2,02 / ∞	1,67 / ∞	2,75×2,0
7,0	5,55 / 9,44	5,11 / 11,0	4,55 / 15,2	4,02 / 26,5	3,42 / ∞	2,88 / ∞	2,29 / ∞	1,84 / ∞	3,85×2,8
10,0	7,30 / 15,9	6,55 / 21,1	5,66 / 43,3	4,86 / ∞	4,01 / ∞	3,29 / ∞	2,53 / ∞	2,00 / ∞	5,50×4,0
15,0	9,70 / 33,8	8,37 / 71,5	6,97 / ∞	5,82 / ∞	4,65 / ∞	3,70 / ∞	2,77 / ∞	2,14 / ∞	8,25×6,0

Таблица III-22

Объектив с фокусным расстоянием 50 *мм*
для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Рамеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	41,8	29,8	20,8	14,8	10,4	7,6	5,2	3,8	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1.0	0,98 / 1,02	0,97 / 1,03	0,95 / 1,05	0,94 / 1,07	0,91 / 1,11	0,88 / 1,15	0,84 / 1,24	0,79 / 1,36	0,42×0,30
1,25	1,21 / 1,29	1,20 / 1,31	1,18 / 1,33	1,15 / 1,36	1,12 / 1,42	1,08 / 1,50	1,01 / 1,65	0,94 / 1,86	0,54×0,39
1,5	1,45 / 1,55	1,44 / 1,58	1,40 / 1,62	1,36 / 1,67	1,31 / 1,75	1,25 / 1,87	1,17 / 2,10	1,08 / 2,48	0,66×0,48
2,0	1,91 / 2,10	1,87 / 2,14	1,83 / 2,21	1,76 / 2,31	1,68 / 2,47	1,58 / 2,71	1,44 / 3,25	1,31 / 4,22	0,88×0,64
2,5	2,36 / 2,66	2,31 / 2,73	2,23 / 2,84	2,14 / 3,01	2,02 / 3,30	1,88 / 3,72	1,69 / 4,82	1,51 / 7,30	1,10×0,80
3,0	2,80 / 3,24	2,72 / 3,33	2,62 / 3,51	2,49 / 3,76	2,33 / 4,22	2,15 / 4,96	1,88 / 7,10	1,68 / 14,25	1,32×0,96
4,0	3,66 / 4,44	3,52 / 4,62	3,35 / 4,95	3,15 / 5,48	2,89 / 6,50	2,62 / 8,45	2,26 / 17,33	1,95 / ∞	1,76×1,28
5,0	4,46 / 5,68	4,25 / 5,97	4,03 / 6,58	3,74 / 7,54	3,37 / 9,63	3,01 / 14,60	2,55 / 130,0	2,16 / ∞	2,20×1,60
7,0	6,00 / 8,40	5,67 / 9,15	5,23 / 10,50	4,76 / 13,30	4,18 / 21,40	3,64 / 88,66	2,98 / ∞	2,46 / ∞	3,08×2,24
10,0	8,08 / 13,20	7,50 / 15,05	6,76 / 19,30	5,96 / 30,8	5,11 / 260,0	4,31 / ∞	3,42 / ∞	2,76 / ∞	4,40×3,20
15,0	11,04 / 23,4	9,98 / 30,2	8,73 / 53,8	7,45 / ∞	6,15 / ∞	5,05 / ∞	3,85 / ∞	3,03 / ∞	6,60×4.80

Таблица III-23

Объектив с фокусным расстоянием 75 *мм*
для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	93	67	47	33	23	17	12	9	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,0	0,99 / 1,01	0,98 / 1,02	0,98 / 1,02	0,97 / 1,03	0,96 / 1,04	0,94 / 1,06	0,92 / 1,09	0,90 / 1,12	0,27×0,20
1,25	1,23 / 1,27	1,22 / 1,28	1,22 / 1,28	1,20 / 1,30	1,18 / 1,32	1,17 / 1,35	1,13 / 1,40	1,10 / 1,45	0,35×0,25
1,5	1,48 / 1,53	1,47 / 1,54	1,45 / 1,55	1,44 / 1,57	1,41 / 1,61	1,38 / 1,64	1,34 / 1,72	1,28 / 1,80	0,42×0,30
2,0	1,96 / 2,04	1,94 / 2,06	1,92 / 2,08	1,89 / 2,13	1,84 / 2,19	1,79 / 2,26	1,71 / 2,40	1,64 / 2,57	0,57×0,41
2,5	2,44 / 2,57	2,41 / 2,60	2,38 / 2,65	2,32 / 2,71	2,25 / 2,80	2,18 / 2,93	2,07 / 3,16	1,95 / 3,46	0,74×0,53
3,0	2,90 / 3,10	2,88 / 3,14	2,82 / 3,20	2,75 / 3,30	2,65 / 3,45	2,55 / 3,64	2,40 / 4,00	2,25 / 4,50	0,88×0,65
4,0	3,84 / 4,19	3,78 / 4,25	3,69 / 4,37	3,57 / 4,55	3,40 / 4,84	3,24 / 5,23	3,00 / 6,00	2,77 / 7,20	1,18×0,85
5,0	4,75 / 5,30	4,65 / 5,40	4,52 / 5,60	4,34 / 5,90	4,10 / 6,36	3,86 / 7,08	3,53 / 8,58	3,21 / 11,2	1,47×1,07
7,0	6,50 / 7,57	6,33 / 7,82	6,10 / 8,21	5,78 / 8,90	5,38 / 10,1	4,95 / 11,9	4,42 / 16,8	3,94 / 31,4	2,06×1,49
10,0	9,02 / 11,2	8,70 / 11,8	8,25 / 12,7	7,7 / 14,3	6,97 / 17,6	6,3 / 24,3	5,45 / 60,0	4,74 / ∞	2,94×2,13
15,0	12,9 / 17,9	12,3 / 19,4	11,3 / 22,0	10,3 / 27,4	9,1 / 43,2	8,0 / 127,0	6,7 / ∞	5,6 / ∞	4,42×3,20

Таблица III-24

Объектив с фокусным расстоянием 100 *мм*
для кадра 22×16 *мм* на 35-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	166	119	83	60	42	30	21	15	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,5	1,49 / 1,52	1,48 / 1,52	1,47 / 1,53	1,46 / 1,54	1,45 / 1,56	1,43 / 1,58	1,40 / 1,62	1,37 / 1,68	0,31×0,22
2,0	1,98 / 2,03	1,97 / 2,03	1,95 / 2,05	1,94 / 2,07	1,91 / 2,10	1,88 / 2,14	1,84 / 2,22	1,78 / 2,33	0,42×0,30
2,5	2,47 / 2,55	2,45 / 2,55	2,43 / 2,58	2,40 / 2,61	2,36 / 2,66	2,31 / 2,73	2,24 / 2,86	2,16 / 3,02	0,53×0,38
3,0	2,95 / 3,05	2,92 / 3,08	2,90 / 3,12	2,86 / 3,15	2,80 / 3,23	2,72 / 3,33	2,63 / 3,50	2,50 / 3,75	0,66×0,46
5,0	4,85 / 5,15	4,80 / 5,23	4,71 / 5,32	4,62 / 5,47	4,47 / 5,67	4,28 / 6,0	4,03 / 6,56	3,75 / 7,75	1,1×0,8
10,0	9,44 / 10,6	9,23 / 10,9	8,93 / 11,4	8,55 / 12,0	8,1 / 13,1	7,5 / 15,0	6,77 / 19,1	6,0 / 30,0	2,2×1,6
15,0	13,7 / 16,5	13,3 / 17,1	12,7 / 18,3	12,0 / 20,0	11,0 / 23,3	10,0 / 30,0	8,8 / 52,7	7,5 / ∞	3,3×2,4
30,0	5,4 / 37,7	24,0 / 40,2	22,0 / 47,2	20,0 / 60,0	17,5 / 105,0	15,0 / ∞	12,3 / ∞	10,0 / ∞	6,6×4,8
50,0	38,4 / 71,5	35,2 / 86,3	31,2 / 126,0	27,2 / 300,0	22,8 / ∞	18,8 / ∞	14,8 / ∞	11,5 / ∞	11,0×8,0

Таблица III-25

Объектив с фокусным расстоянием 5,7 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	1,1	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	0,14	0,1	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
0,75	0,45 / 2,36	0,39 / 12,0	0,30 / ∞	0,26 / ∞	0,21 / ∞	0,16 / ∞	0,12 / ∞	0,09 / ∞	1,34×0,98
1,0	0,52 / 11,0	0,44 / ∞	0,33 / ∞	0,29 / ∞	0,23 / ∞	0,17 / ∞	0,12 / ∞	0,09 / ∞	1,76×1,30
1,25	0,59 / ∞	0,49 / ∞	0,36 / ∞	0,30 / ∞	0,24 / ∞	0,17 / ∞	0,13 / ∞	0,09 / ∞	2,20×1,62
1,5	0,64 / ∞	0,52 / ∞	0,38 / ∞	0,32 / ∞	0,25 / ∞	0,18 / ∞	0,13 / ∞	0,11 / ∞	2,64×1,95

Таблица III-26

Объектив с фокусным расстоянием 8 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	2,1	1,6	1,1	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
0,75	0,55 / 1,16	0,51 / 1,41	0,45 / 2,36	0,39 / 12,0	0,30 / ∞	0,26 / ∞	0,21 / ∞	0,16 / ∞	0,94×0,70
1,0	0,68 / 1,91	0,62 / 2,66	0,52 / 11,0	0,44 / ∞	0,33 / ∞	0,29 / ∞	0,23 / ∞	0,17 / ∞	1,26×0,93
1,25	0,78 / 3,08	0,70 / 5,7	0,59 / ∞	0,49 / ∞	0,36 / ∞	0,30 / ∞	0,24 / ∞	0,17 / ∞	1,57×1,16
1,5	0,87 / 5,2	0,77 / 24,0	0,64 / ∞	0,52 / ∞	0,38 / ∞	0,32 / ∞	0,25 / ∞	0,18 / ∞	1,88×1,40
2,0	1,02 / 42,0	0,89 / ∞	0,69 / ∞	0,57 / ∞	0,40 / ∞	0,33 / ∞	0,26 / ∞	0,18 / ∞	2,51×1,86
2,5	1,14 / ∞	0,98 / ∞	0,76 / ∞	0,61 / ∞	0,42 / ∞	0,34 / ∞	0,27 / ∞	0,18 / ∞	3,14×2,33
3,0	1,23 / ∞	1,04 / ∞	0,81 / ∞	0,63 / ∞	0,43 / ∞	0,35 / ∞	0,27 / ∞	0,19 / ∞	3,77×2,80

Таблица III-27

Объектив с фокусным расстоянием 10 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	3,3	2,4	1,7	1,2	0,8	0,6	0,4	0,3	
Дистанция наводки, *м* ↓	Гранины резкости: передняя / задняя, *м*								
0,75	0,61 / 0,97	0,57 / 1,09	0,52 / 1,34	0,46 / 2,0	0,39 / 12,0	0,33 / ∞	0,26 / ∞	0,22 / ∞	0,75×0,56
1,0	0,77 / 1,43	0,71 / 1,72	0,63 / 2,43	0,55 / 6,0	0,44 / ∞	0,38 / ∞	0,29 / ∞	0,23 / ∞	1,0×0,74
1,25	0,91 / 2,01	0,82 / 2,62	0,72 / 4,7	0,61 / ∞	0,49 / ∞	0,41 / ∞	0,30 / ∞	0,24 / ∞	1,25×0,93
1,5	1,03 / 2,76	0,92 / 4,0	0,80 / 12,7	0,67 / ∞	0,52 / ∞	0,43 / ∞	0,32 / ∞	0,25 / ∞	1,50×1,14
2,0	1,25 / 5,08	1,09 / 12,0	0,92 / ∞	0,75 / ∞	0,57 / ∞	0,46 / ∞	0,33 / ∞	0,26 / ∞	2,0×1,49
2,5	1,42 / 10,3	1,22 / ∞	1,01 / ∞	0,81 / ∞	0,61 / ∞	0,48 / ∞	0,34 / ∞	0,27 / ∞	2,50×1,86
3,0	1,57 / 33,0	1,33 / ∞	1,08 / ∞	0,86 / ∞	0,63 / ∞	0,50 / ∞	0,35 / ∞	0,27 / ∞	3,0×2,24
4,0	1,81 / ∞	1,50 / ∞	1,19 / ∞	0,92 / ∞	0,67 / ∞	0,52 / ∞	0,36 / ∞	0,28 / ∞	4,0×2,98
5,0	1,98 / ∞	1,62 / ∞	1,27 / ∞	0,97 / ∞	0,69 / ∞	0,54 / ∞	0,37 / ∞	0,28 / ∞	5,0×3,72

Таблица III-28

Объектив с фокусным расстоянием 12,5 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	5,2	3,7	2,5	1,9	1,3	1,0	0,7	0,5	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя/задняя, *м*								
0,75	0,66/0,88	0,62/0,94	0,58/1,07	0,54/1,24	0,48/1,77	0,43/3,0	0,36/∞	0,30/∞	0,60×0,45
1,0	0,84/1,23	0,79/1,37	0,71/1,66	0,66/2,10	0,57/3,9	0,50/∞	0,41/∞	0,33/∞	0,80×0,60
1,25	1,01/1,64	0,94/1,89	0,84/2,50	0,75/3,66	0,64/32,5	0,56/∞	0,45/∞	0,36/∞	1,0×0,75
1,5	1,16/2,11	1,07/2,52	0,94/3,75	0,84/7,1	0,70/∞	0,60/∞	0,48/∞	0,38/∞	1,21×0,89
2,0	1,45/3,24	1,30/4,35	1,11/10,0	0,97/∞	0,79/∞	0,67/∞	0,52/∞	0,40/∞	1,61×1,19
2,5	1,69/4,82	1,49/7,7	1,25/∞	1,08/∞	0,85/∞	0,71/∞	0,55/∞	0,42/∞	2,01×1,49
3,0	1,90/7,10	1,66/15,9	1,36/∞	1,16/∞	0,91/∞	0,75/∞	0,57/∞	0,43/∞	2,41×1,79
4,0	2,26/17,3	1,92/∞	1,54/∞	1,29/∞	0,98/∞	0,80/∞	0,60/∞	0,44/∞	3,22×2,38
5,0	2,55/130	2,13/∞	1,67/∞	1,38/∞	1,03/∞	0,83/∞	0,61/∞	0,45/∞	4,02×2,98
7,0	2,98/∞	2,42/∞	1,84/∞	1,50/∞	1,10/∞	0,88/∞	0,64/∞	0,47/∞	5,63×4,17

Таблица III-29

Объектив с фокусным расстоянием 15 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	7,5	5,4	3,8	2,7	1,9	1,4	0,9	0,7	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя/задняя, *м*								
0,75	0,68/0,83	0,66/0,87	0,63/0,93	0,59/1,04	0,54/1,24	0,49/1,62	0,41/4,5	0,36/∞	0,50×0,37
1,0	0,88/1,15	0,84/1,22	0,80/1,36	0,73/1,59	0,65/2,11	0,58/3,50	0,47/∞	0,41/∞	0,67×0,50
1,25	1,07/1,50	1,01/1,62	0,94/1,87	0,86/2,33	0,76/3,67	0,66/11,6	0,52/∞	0,45/∞	0,84×0,62
1,5	1,25/1,88	1,17/2,07	1,07/2,48	0,96/3,37	0,84/7,1	0,72/∞	0,56/∞	0,48/∞	1,0×0,75
2,0	1,58/2,73	1,46/3,18	1,30/4,2	1,15/7,7	0,98/∞	0,82/∞	0,62/∞	0,52/∞	1,34×0,99
2,5	1,87/3,75	1,71/4,67	1,51/7,3	1,30/33,8	1,08/∞	0,90/∞	0,66/∞	0,55/∞	1,68×1,24
3,0	2,14/5,0	1,94/6,77	1,68/14,2	1,95/∞	1,16/∞	0,96/∞	0,69/∞	0,57/∞	2,01×1,49
4,0	2,60/8,58	2,30/15,4	1,95/∞	1,61/∞	1,29/∞	1,04/∞	0,73/∞	0,60/∞	2,68×1,98
5,0	3,00/15,0	2,60/68,0	2,16/∞	1,76/∞	1,38/∞	1,09/∞	0,76/∞	0,61/∞	3,35×2,48
7,0	3,62/105,0	3,05/∞	2,46/∞	1,95/∞	1,50/∞	1,16/∞	0,80/∞	0,64/∞	4,69×3,47
10,0	4,28/∞	3,50/∞	2,75/∞	2,12/∞	1,60/∞	1,23/∞	0,83/∞	0,65/∞	6,70×4,96

Таблица III-30

Объектив с фокусным расстоянием 20 *мм* для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	13,3	9,2	6,7	4,8	3,3	2,4	1,7	1,2	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя/задняя, *м*								
1,0	0,93/1,08	0,90/1,12	0,87/1,17	0,83/1,26	0,77/1,43	0,71/1,71	0,63/2,43	0,55/6,0	0,50×0,37
1,25	1,14/1,38	1,10/1,28	1,06/1,54	0,99/1,69	0,91/2,01	0,83/2,62	0,72/4,74	0,61/∞	0,63×0,47
1,5	1,35/1,69	1,29/1,79	1,22/1,93	1,14/2,18	1,03/2,76	0,93/4,0	0,80/12,8	0,67/∞	0,75×0,56
2,0	1,74/2,35	1,64/2,55	1,54/2,86	1,41/3,44	1,24/5,08	1,09/12,0	0,92/∞	0,75/∞	1,0×0,75
2,5	2,11/3,08	1,96/3,44	1,82/3,99	1,65/5,22	1,42/10,3	1,23/∞	1,01/∞	0,81/∞	1,26×0,93
3,0	2,44/3,87	2,26/4,45	2,07/5,43	1,85/8,0	1,57/33,0	1,33/∞	1,08/∞	0,86/∞	1,51×1,12
4,0	3,07/5,72	2,80/7,10	2,50/9,93	2,18/24,0	1,81/∞	1,50/∞	1,19/∞	0,92/∞	2,01×1,49
5,0	3,65/8,03	3,24/11,0	2,86/19,7	2,45/∞	1,99/∞	1,62/∞	1,27/∞	0,97/∞	2,50×1,86
7,0	4,60/14,8	3,97/29,2	3,42/∞	2,84/∞	2,24/∞	1,79/∞	1,37/∞	1,02/∞	3,51×2,60
10,0	5,70/40,3	4,78/∞	4,02/∞	3,24/∞	2,48/∞	1,94/∞	1,45/∞	1,07/∞	5,02×3,72

Таблица III-31

Объектив с фокусным расстоянием 25 *мм* для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	20,8	14,8	10,4	7,4	5,3	3,8	2,6	1,9	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости; передняя/задняя, *м*								
1,0	0,95/1,05	0,94/1,07	0,91/1,11	0,88/1,15	0,84/1,23	0,79/1,35	0,72/1,65	0,65/2,11	0,40×0,30
1,25	1,18/1,33	1,15/1,37	1,12/1,42	1,07/1,50	1,01/1,64	0,94/1,86	0,84/2,40	0,76/3,67	0,50×0,37
1,5	1,40/1,62	1,36/1,67	1,31/1,76	1,25/1,88	1,17/2,08	1,08/2,48	0,95/3,54	0,84/7,20	0,60×0,45
2,0	1,82/2,21	1,76/2,31	1,68/2,48	1,58/2,74	1,45/3,21	1,31/4,20	1,13/8,7	0,97/∞	0,81×0,60
2,5	2,23/2,84	2,14/3,00	2,01/3,29	1,87/3,78	1,70/4,74	1,51/7,30	1,27/65,0	1,08/∞	1,0×0,75
3,0	2,62/3,51	2,50/3,77	2,32/4,22	2,13/5,05	1,92/6,91	1,68/14,2	1,39/∞	1,16/∞	1,21×0,89
4,0	3,35/4,95	3,15/5,49	2,89/6,50	2,59/8,99	2,28/16,3	1,95/∞	1,58/∞	1,29/∞	1,61×1,20
5,0	4,03/6,58	3,74/7,55	3,37/9,63	2,98/15,4	2,57/53,0	2,16/∞	1,71/∞	1,38/∞	2,01×1,50
7,0	5,24/10,5	4,75/13,3	4,19/21,5	3.60/130,0	3,01/∞	2,46/∞	1,90/∞	1,49/∞	2,82×2,10
10,0	6,75/19,2	5,97/30,9	5,00/260,0	4,25/∞	3,46/∞	2,75/∞	2,06/∞	1,60/∞	4,03×2,98
15,0	8,73/54,0	7,45/∞	6,15/∞	4,95/∞	3,91/∞	3,04/∞	2,21/∞	1,69/∞	6,03×4,47

Таблица III-32

Объектив с фокусным расстоянием 35 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	40	29	20	14,6	10,2	7,5	5,1	3,7	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,0	0,98	0,97	0,95	0,94	0,91	0,88	0,84	0,79	0,30×0,21
	1,03	1,04	1,05	1,07	1,11	1,15	1,24	1,37	
1,25	1,21	1,20	1,18	1,15	1,11	1,07	1,00	0,93	0,38×0,26
	1,29	1,31	1,33	1,39	1,43	1,50	1,66	1,96	
1,5	1,44	1,43	1,40	1,36	1,31	1,25	1,16	1,07	0,46×0,32
	1,56	1,58	1,62	1,67	1,76	1,88	2,12	2,52	
2,0	1,90	1,87	1,82	1,76	1,67	1,58	1,44	1,30	0,61×0,13
	2,10	2,14	2,22	2,32	2,50	2,73	3,29	4,35	
2,5	2,36	2,30	2,22	2,14	2,01	1,87	1,68	1,49	0,76×0,53
	2,67	2,74	2,85	3,03	3,32	3,75	4,90	7,70	
3,0	2,80	2,72	2,61	2,49	2,32	2,14	1,89	1,66	0,91×0,64
	3,25	3,34	3,53	3,77	4,25	5,0	7,3	15,9	
4,0	3,64	3,52	3,33	3,15	2,87	2,64	2,24	1,92	1,22×0,85
	4,45	4,64	5,00	5,53	6,58	8,6	18,5	∞	
5,0	4,45	4,27	4,00	3,72	3,36	3,00	2,53	2,13	1,52×1,07
	5,72	6,05	6,67	7,59	9,8	15,0	25,6	∞	
7,0	5,96	5,64	5,18	4,75	4,15	3,61	2,95	2,42	2,13×1,49
	8,48	9,22	10,8	13,5	22,3	105,0	∞	∞	
10,0	8,0	7,43	6,67	5,94	5,05	4,29	3,38	2,70	3,04×2,13
	13,3	15,2	20,0	31,7	51,0	∞	∞	∞	
15,0	10,9	9,9	8,57	7,42	6,1	5,0	3,81	2,97	4,57×3,20
	24,0	31,0	60,0	∞	∞	∞	∞	∞	

Таблица III-33

Объектив с фокусным расстояним 50 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	83	60	42	30	21	15	10,4	7,6	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,5	1,47	1,46	1,45	1,43	1,40	1,36	1,31	1,25	0,31×0,22
	1,53	1,54	1,56	1,57	1,62	1,67	1,75	1,87	
2,0	1,96	1,94	1,90	1,87	1,82	1,76	1,68	1,58	0,40×0,30
	2,05	2,07	2,10	2,14	2,20	2,30	2,48	2,71	
2,5	2,43	2,40	2,36	2,31	2,24	2,15	2,02	1,88	0,50×0,37
	2,58	2,61	2,66	2,73	2,84	3,0	3,30	3,73	
3,0	2,90	2,86	2,80	2,73	2,63	2,50	2,33	2,15	0,60×0,45
	3,11	3,16	3,24	3,33	3,50	3,75	4,22	4,97	
5,0	4,72	4,62	4,47	4,30	4,03	3,75	3,37	3,01	1,01×0,75
	5,33	5,46	5,66	6,0	6,56	7,5	9,6	14,6	
10,0	8,9	8,6	8,1	7,5	6,8	6,0	5,1	4,31	2,01×1,49
	11,4	12,0	13,1	15,0	19,1	30,0	260,0	∞	
15, 0	12,7	12,0	11,0	10,0	8,8	7,5	6,2	5,05	3,08×2,24
	18,3	20,0	23,3	30,0	52,5	∞	∞	∞	
30,0	22,0	20,0	17,5	15,0	12,3	10,0	7,75	6,06	6,03×4,47
	47,0	60,0	105,0	∞	∞	∞	∞	∞	
50,0	33,7	27,3	22,9	18,8	14,8	11,5	8,5	6,62	10,05×7,45
	180,0	300,0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
75,0	39,4	33,3	26,9	21,3	16,4	12,5	9,1	6,9	15,07×11,2
	780,0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	

Таблица III-34

Объектив с фокусным расстоянием 75 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	187	134	94	67	47	34	23	17	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,5	1,48 / 1,51	1,48 / 1,52	1,47 / 1,53	1,46 / 1,54	1,45 / 1,55	1,43 / 1,57	1,41 / 1,60	1,38 / 1,65	0,19×0,14
2,0	1,98 / 2,02	1,97 / 2,04	1,96 / 2,04	1,94 / 2,06	1,92 / 2,09	1,89 / 2,12	1,83 / 2,19	1,79 / 2,26	0,26×0,19
2,5	2,47 / 2,54	2,46 / 2,55	2,44 / 2,57	2,41 / 2,60	2,37 / 2,64	2,33 / 2,70	2,26 / 2,81	2,18 / 2,94	0,34×0,25
3,0	2,96 / 3,05	2,94 / 3,08	2,91 / 3,10	2,87 / 3,14	2,82 / 3,20	2,76 / 3,30	2,65 / 3,45	2,55 / 3,64	0,40×0,30
5,0	4,87 / 5,14	4,81 / 5,20	4,75 / 5,3	4,65 / 5,4	4,52 / 5,6	4,36 / 5,87	4,10 / 6,4	3,86 / 7,1	0,67×0,50
10,0	9,5 / 10,5	9,3 / 10,8	9,05 / 11,2	8,70 / 11,7	8,26 / 12,7	7,75 / 14,2	7,0 / 17,6	6,3 / 24,3	1,34×0,99
15,0	13,9 / 16,3	13,5 / 16,9	12,9 / 17,8	12,3 / 19,3	11,3 / 22,0	10,4 / 26,9	9,1 / 43,2	8,0 / 127,0	2,01×1,49
30,0	25,8 / 35,7	24,5 / 38,6	23,8 / 44,2	20,7 / 54,4	18,3 / 83,0	16,0 / 255,0	13,0 / ∞	10,8 / ∞	4,02×2,98
50,0	39,5 / 68,2	36,4 / 79,7	32,6 / 107,0	28,6 / 197,0	24,2 / ∞	20,2 / ∞	15,7 / ∞	12,7 / ∞	6,70×4,97
75,0	53,6 / 125,0	48,0 / 170,0	41,7 / 371,0	35,3 / ∞	28,9 / ∞	23,4 / ∞	17,6 / ∞	13,9 / ∞	10,05×7,45

Таблица III-35

Объектив с фокусным расстоянием 100 *мм*
для кадра 10,05×7,45 *мм* на 16-*мм* кинопленке

Относительное отверстие →	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	Размеры картинной плоскости, *м*
Гиперфокальное расстояние, *м* →	333	238	167	119	83	61	42	30	
Дистанция наводки, *м* ↓	Границы резкости: передняя / задняя, *м*								
1,5	1,49 / 1,51	1,49 / 1,51	1,48 / 1,52	1,47 / 1,52	1,47 / 1,53	1,46 / 1,54	1,45 / 1,56	1,43 / 1,58	0,14×0,11
2,0	1,98 / 2,01	1,98 / 2,02	1,97 / 2,02	1,97 / 2,03	1,95 / 2,05	1,94 / 2,07	1,91 / 2,10	1,87 / 2,14	0,19×0,14
2,5	2,48 / 2,52	2,47 / 2,53	2,46 / 2,54	2,44 / 2,55	2,42 / 2,58	2,41 / 2,62	2,36 / 2,66	2,30 / 2,72	0,24×0,18
3,0	2,97 / 3,02	2,96 / 3,04	2,95 / 3,06	2,92 / 3,08	2,90 / 3,11	2,86 / 3,16	2,80 / 3,24	2,73 / 3,34	0,29×0,22
5,0	4,93 / 5,08	4,90 / 5,12	4,85 / 5,15	4,80 / 5,21	4,72 / 5,32	4,62 / 5,44	4,47 / 5,67	4,28 / 6,00	0,50×0,37
10,0	9,7 / 10,3	9,6 / 10,4	9,43 / 10,6	9,23 / 10,9	8,92 / 11,4	8,60 / 12,0	8,06 / 13,1	7,5 / 15,0	1,01×0,75
15,0	14,3 / 15,7	14,1 / 16,0	13,8 / 16,5	13,3 / 17,2	12,7 / 18,3	12,0 / 19,9	11,1 / 23,4	10,0 / 30,0	1,51×1,12
30,0	27,4 / 32,9	26,6 / 34,3	25,0 / 35,9	24,0 / 40,1	22,0 / 47,0	20,1 / 59,0	17,5 / 105,5	15,0 / ∞	3,02×2,24
50,0	43,5 / 59,0	41,3 / 63,3	38,4 / 71,3	35,2 / 86,3	31,2 / 126,0	27,4 / 277,0	22,8 / ∞	18,8 / ∞	5,03×3,72
75,0	61,2 / 97,0	57,0 / 109,0	51,8 / 136,0	46,0 / 203,0	39,4 / 778,0	33,6 / ∞	26,9 / ∞	21,4 / ∞	7,54×5,58

РАЗДЕЛ IV

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ И МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИНОФИЛЬМОВ

Некоторые специфические особенности телевизионной техники и магнитной записи изображения позволяют при их рациональном использовании в кинематографии создать благоприятные условия работы на съемочной площадке режиссеру и всей съемочной группе.

Так, применение телевизионных систем визирования позволяет режиссеру на своем рабочем месте, не мешая оператору, непрерывно контролировать композиционное построение кадра, наблюдая его на телевизионном экране.

Телевизионные визиры также облегчают дистанционное управление киносъемочными аппаратами, когда они по условиям съемки находятся в недоступных или опасных для оператора местах. Частным случаем применения дистанционного управления является установка съемочного аппарата на кране легкого типа с большим вылетом стрелы, когда оператор не может находиться у камеры.

На применении телевизионных визиров основаны и различные системы многокамерной съемки, нашедшие широкое распространение при производстве кинофильмов для телевидения.

Аппаратура магнитной записи изображения может сочетаться с киносъемочными аппаратами, оснащенными телевизионными визирами, и позволяет записывать контрольное изображение того или другого эпизода параллельно с его съемкой или отдельно в период репетиции. Возможность немедленно без всякой технической обработки тут же на съемочной площадке просмотреть любое контрольное изображение нужное количество раз позволяет режиссеру уверенно судить о качестве

снятого дубля, обнаружить недостатки, подлежащие устранению, и, если нужно, сразу переснять неудавшийся эпизод. Запись, показанная актерам, помогает режиссеру уточнить свои требования и обратить их внимание на недостатки исполнения.

Современный уровень техники телевидения и магнитной записи принципиально позволяет получать в визирах и видеозаписях как черно-белые, так и цветные изображения.

Отдельным является вопрос применения магнитной записи как основного способа фиксации изображения при производстве фильмов вместо съемки на кинопленку. Такой метод в настоящее время используется только в производстве некоторых телефильмов.

ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ВИЗИРЫ

Применяемые в кинематографии системы телевизионного визирования можно разделить на два вида — *системы с пространственным параллаксом* и *беспараллаксные.*

Несмотря на недостаток первых, заключающийся в наличии горизонтального параллакса, приводящего к известному различию между изображением, видимым в визире, и получаемым на пленке, эти системы благодаря своей простоте и дешевизне находят применение в тех случаях, когда влияние параллакса не велико и оператор может с ним мириться.

Беспараллаксные системы сложнее, но в кинематографии являются основными, так как дают в визире изображение, полностью идентичное снимаемому, и могут применяться без ограничения во всех случаях.

1. ВИЗИРЫ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПАРАЛЛАКСОМ

Визиры с пространственным параллаксом обычно состоят из портативной передающей телевизионной камеры, жестко укрепленной на стенке киносъемочного аппарата, как приставной оптический визир, так, чтобы оси объективов съемочного аппарата и телевизионной камеры находились на одной высоте и были параллельны между собой. При этом телевизионную камеру стремятся сделать возможно более плоской, чтобы предельно сократить расстояние между оптическими осями съемочного и телевизионного объектива. В таком случае величина параллакса минимальна.

Два изображения, снимаемое и наблюдаемое в визире, строятся различными объктивами, поэтому во всех случаях должно выполняться условие равенства их углов зрения, что не означает равенства фокусных расстояний, так как размеры изображения на катоде передающей телевизионной трубки большей частью не равны размерам кинокадра. Равенство углов изображения обеспечит одинаковый охват изображаемого пространства для обоих объективов. При замене съемочного объектива или изменении его фокусного расстояния должно соответ-

ственно изменяться и фокусное расстояние объектива телевизионного визира.

Как известно, влияние пространственного параллакса тем меньше, чем больше дистанция съемки и угол зрения объектива. Поэтому применение телевизионных визиров этого типа практически ограничивается съемками с легких кранов с большим вылетом стрелы при дистанционном управлении аппаратов. Такие съемки со сложным панорамированием большей частью выполняются относительно короткофокусными объективами с большими углами зрения, а дистанции съемок редко бывают очень короткими.

Типичным случаем применения визиров этого вида являются устройства с дистанционно управляемой камерой и панорамной головкой для работы на легких съемочных кранах с вылетом стрелы 15—20 *м*, на которых не могут находиться оператор или его ассистент. Такие устройства, отличающиеся отдельными конструктивными решениями, разработаны и используются киностудиями «Ленфильм», «Мосфильм» и Киевской киностудией им. А. П. Довженко.

Например, в установке киностудии «Ленфильм» для подвески съемочного аппарата на стреле крана применена специально разработанная панорамная головка, позволяющая осуществлять дистанционно управляемый поворот вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Поворот камеры в горизонтальной плоскости может доходить до 360°, а в вертикальной — до 270—300°. Кроме того, головка допускает очень низкие точки съемки — до 15 *см* над уровнем земли. Студия разработала также на базе камеры «Конвас-автомат» специальный киносъемочный аппарат и применила типовую передающую телевизионную камеру от промышленной телевизионной установки (ПТУ). Величина параллакса в этом случае составила 90 *мм*.

Управление работой аппарата и панорамной головкой осуществляется со специального пульта, на котором расположены: видеоконтрольное устройство с экраном размером 288×217 *мм*, обеспечивающее нормальную видимость изображения без подстройки режима видикона при освещенностях объекта съемки от 250 до 50 000 *лк*; кнопки пуска и выключения съемочного аппарата; штурвалы управления горизонтальным и вертикальным поворотами панорамной головки; указатели положения камеры в горизонтальной и вертикальной плоскостях; аналогичные указатели положения стрелы крана; счетчики общего снятого метража пленки и метража последнего дубля; индикатор нарушения синхронности работы аппарата.

Дистанционное фокусирование объективов камеры выполняется ассистентом оператора с помощью легкого выносного механизма, находящегося у него в руках и соединенного с пультом гибким кабелем. Этот механизм состоит из сельсин-датчика с повышающим редуктором и имеет сменные шкалы дистанций для всех применяемых объективов. В этом случае телевизионный экран визира служит только для определения границ кадра и компоновки в них изображения, но не может использоваться для контроля резкости.

2. БЕСПАРАЛЛАКСНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ВИЗИРЫ

Беспараллаксные телевизионные визиры, как и беспараллаксные системы оптического визирования, применяемые в кинематографии, основаны на принципе получения в визирующей системе изображения, построенного одним и тем же съемочным объективом в визире и на кинопленке. Только в этом случае изображение в визире всегда будет полностью тождественно снимаемому.

Чтобы получить на передающей трубке телевизионного визира такое изображение, в системе киносъемочного аппарата или самого объектива применяется та или другая светоделительная система, распределяющая световой поток, проходящий через объектив, на части, строящие два аналогичных изображения снимаемого объекта.

Каждый беспараллаксный телевизионный визир является фактически передающей телевизионной камерой и вырабатываемые им сигналы изображения могут быть направлены не только на мониторы для немедленного воспроизведения изображения, но одновременно и на видеомагнитофон для контрольной записи на магнитную ленту.

Отдельные фирмы и организации решают задачу телевизионного визирования по-разному.

СИСТЕМА ВИЗИРОВАНИЯ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ «СЛАВУТИЧ» И УС-3 (СССР)

В киносъемочном аппарате «Славутич», входящем в комплект оборудования для съемки на натуре, разработанном на Киностудии им. А. П. Довженко, применена система светоделения в аппарате, что позволяет без дополнительных потерь использовать световой поток для экспонирования изображения на пленке.

Особенностью системы является возможность рассматривать через один и тот же окуляр лупы аппарата оптическое или телевизионное изображения снимаемого объекта. При этом оба изображения имеют одинаковые видимые размеры и яркость. Кроме того, телевизионное изображение можно рассматривать и двумя глазами через большую линзу, как в приставных оптических визирах.

На рис. IV-1 приведена принципиальная оптическая схема аппарата «Славутич», на которой *1* — киносъемочный объектив; *2* — зеркальный обтюратор, направляющий световой поток, прошедший через объектив, попеременно то в кадровое окно *3* для экспонирования изображения на пленке, то на входной коллектив *4* визирующей системы. Первое действительное изображение снимаемого объекта в визирующей системе строится съемочным объективом в плоскости плоскопараллельной пластины *5*. Далее световой поток проходит через кубик *6*, внутренняя диагональная грань которого отражает 90% света и пропускает через себя 10%, систему промежуточных объективов *7*, *8* и *9*, которые переносят изображение объекта съемки в плоскость матированной поверхности коллективной линзы *10*, на которой оно и рассматривается оператором через окуляр лупы *11*. Такова связь опти-

ческих элементов системы визирования в варианте рассматривания оптического изображения.

При переходе на телевизионное визирование в ход лучей после промежуточного объектива *7* вводится плоское зеркало *12*, направляющее их в объективы *13* и *14* с поворотным зеркалом *15*, строящие изображение на катоде телевизионной передающей трубки *16*. Через

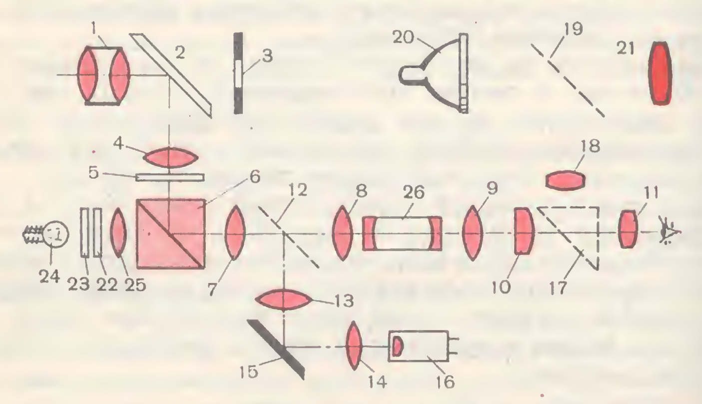


Рис. IV-1. Оптическая схема киносъемочного аппарата «Славутич»

телевизионный канал изображение воспроизводится на экране монитора *20* и может рассматриваться оператором в окуляр лупы *11*, для чего в ход лучей вводятся призма *17*, объектив *18* и зеркало *19*, или без этих элементов непосредственно на экране монитора обоими глазами через большую положительную линзу *21*. При телевизионном визировании границы кадра определяются рамкой-кашетой *22*, освещаемой через молочное стекло *23* лампой *24* и проецируемой через линзу *25*.

При съемке широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением оператор может его видеть в оптическом визире неискаженным, для чего в систему вводится дезанаморфирующий элемент *26*. В телевизионном визире дезанаморфирование достигается соответствующей электрической растяжкой изображения.

Телевизионные контрольные экраны большого размера расположены также на пульте режиссера, пульте видеоинженера, осуществляющего при необходимости запись контрольного изображения на видеомагнитофоне, и на микшерском пульте звукооператора. Они действуют только при переключении на систему телевизионного визирования.

В киносъемочном аппарате УС-3, входящем в комплекс оборудования «Союз», предназначенный для павильонных съемок с контрольной записью изображения на магнитной ленте, применена та же принципиальная схема телевизионного и оптического визирования, что и в аппарате «Славутич». Отличие в отдельных элементах не изменяет существа и эксплуатационных показателей систем визирования обеих камер.

СИСТЕМА ВИЗИРОВАНИЯ КИНОСЪЕМОЧНОГО АППАРАТА «МАРК II» ФИРМЫ «МИТЧЕЛЛ» (США)

Этот аппарат выпускается как с обычной, так и телевизионной системой визирования. В последнем случае он может применяться для съемок с контрольной магнитной записью изображения и при многокамерном методе производства фильмов.

На рис. IV-2 приведена принципиальная оптическая схема киносъемочного аппарата «Марк-II» одного из первых выпусков.

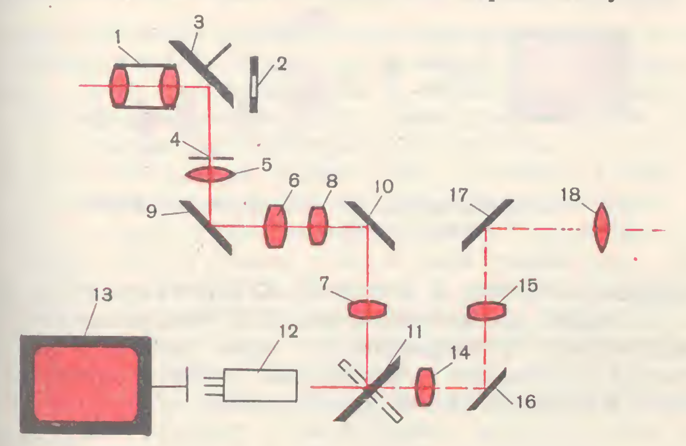


Рис. IV-2. Первый вариант оптической системы киносъемочного аппарата «Марк-II»

Изображение объекта съемки попеременно строится киносъемочным объективом *1* в плоскости эмульсионного слоя кинопленки в кадровом окне *2* фильмового канала или отражается поверхностью зеркального обтюратора *3* и формируется в плоскости матового стекла *4*. Это изображение с помощью вспомогательных объективов *5*, *6*, *7*, линзы *8*, зеркал *9*, *10* и *11* переносится в плоскость светочувствительного катода телевизионной передающей трубки *12*, с которой через соответствующее телевизионное устройство изображение воспроизводится на нужном количестве телевизионных экранов — визиров *13*. Если зеркало *11* поставлено в положение, показанное на схеме пунктиром, то изображение не попадает на трубку *12*, а строящие его лучи направляются через линзу *14* и объектив *15* с помощью зеркал *16* и *17* в окуляр *18* лупы, через которую оператор видит оптическое изображение. Таким образом, эта схема позволяет получать только какое-либо одно изображение — телевизионное или оптическое.

В этом же типе аппаратов применялась и несколько отличная от приведенной оптическая схема (рис. IV-3), позволяющая оператору пользоваться оптическим визиром одновременно с подачей телевизионного изображения на все контрольные экраны или на запись. На этой

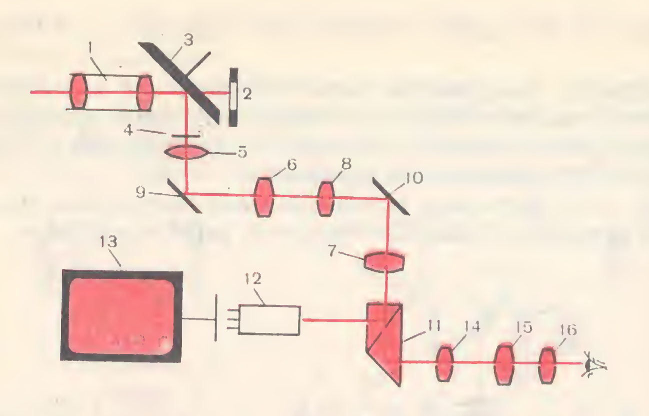


Рис. IV-3. Второй вариант оптической системы киносъемочного аппарата «Марк-II»

схеме элементы *1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12* и *13* те же, что и на схеме рис. IV-2, но вместо поворотного зеркала *11* установлено светоделительное устройство *11*, направляющее часть света для построения изображения на передающей телевизионной трубке, а остальной поток через линзу *14* и объектив *15* в окуляр *16* лупы.

СИСТЕМА ВИЗИРОВАНИЯ ФИРМЫ АРРИ (ФРГ)

Фирма АРРИ выпускает аппаратуру для съемки фильмов многокамерным методом, в состав которой входят киносъемочные аппараты «Специаль-видео Аррифлекс», предназначенные для синхронных съемок и оснащенные беспараллаксными телевизионными визирами. Эти аппараты могут применяться и отдельно, вне комплекта для многокамерной съемки, при условии укомплектования их соответствующими телевизионными устройствами.

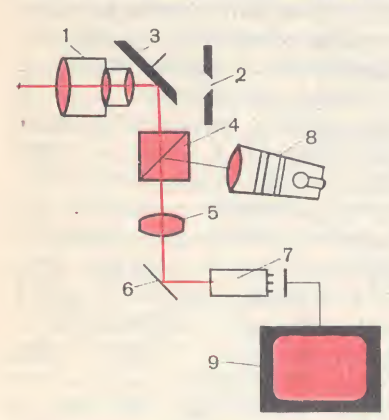


Рис. IV-4. Оптическая схема телевизионного визира киносъемочного аппарата «Аррифлекс»

На рис. IV-4 приведена принципиальная оптическая схема телевизионного визира аппарата «Аррифлекс». Киносъемочный объектив *1* с переменным фокусным расстоянием во время экспонирования строит изображение объекта съемки на пленке в кадровом окне *2*. При перекрытии кадрового окна обтюратором *3* световой поток отражается от его зеркальной поверхности и направляется в светоделительную систему *4*, пройдя которую, попадает в объектив *5*, строящий через плоское зеркало *6* изображение на катоде передающей телевизионной трубки *7*.

Светоделительная система *4* служит только для проецирования через нее с помощью специальной проекционной приставки *8* рамки, ограничивающей поле кадра в телевизионном визире *9*.

СИСТЕМА ВИЗИРОВАНИЯ «ЭДД-А-ВИЖН» ФИРМЫ «ЛЕВИНГСТОН» (АНГЛИЯ)

Светоделительное устройство для беспараллаксного телевизионного визирования может находиться не только в самом киносъемочном аппарате, но и непосредственно в объективе. Размещение его в объективе позволяет использовать любые киносъемочные аппараты, не только не имеющие светоделительных устройств, но даже камеры без зеркального обтюратора. Кроме того, светоделительная система в объективе позволяет подавать на телевизионную трубку необтюрированное, т. е. постоянное, не прерываемое обтюратором оптическое изображение объекта съемки, а это в свою очередь дает возможность использовать в качестве телевизионного визира практически любую простейшую промышленную телевизионную установку (ПТУ). Однако существенным недостатком системы является необходимость применять только специальные объективы.

Практически реализованной системой, основанной на этом принципе, является система «Эдд-А-Вижн», разработанная английской фирмой «Левингстон» и базирующаяся на применении специального съемочного объектива фирмы «Анженье» с переменным от 24 до 240 *мм* фокусным расстоянием и сменными светоделительными устройствами.

На рис. IV-5 приведена упрощенная схема такого объектива со светоделительным устройством *1*, которое позволяет, распределив световой поток на две части, построить два идентичных изображения объекта съемки: одно — в фильмовом канале *2* съемочного аппарата, а второе — на светочувствительном катоде передающей телевизионной трубки *3*. Два сменных светоделительных устройства позволяют распределять общий световой поток при черно-белых съемках в пропорции $^1/_3$ — на визир и $^2/_3$ — на пленку, а при менее светочувствительных цветных — $^1/_{10}$ — на визир и $^9/_{10}$ — на пленку.

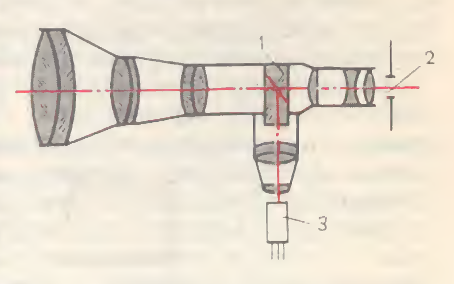


Рис. IV-5. Объектив со светоделительным устройством, используемый в системе «Эдд-А-Вижн»

Из-за сложности и громоздкости такого специального объектива (он весит около 20 *кг*) система не нашла широкого распространения. Однако не исключено, что при создании более компактных объективов системы, основанные на этом принципе светоделения, еще могут быть использованы.

ЗАПИСЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ

Высокое качество черно-белого и цветного изображений, получаемых в настоящее время при записи на магнитную ленту, и оперативное удобство этого метода обеспечили широкое применение его в телевидении для фиксации как репортажных передач, так и при производстве некоторых телевизионных фильмов, называемых иногда *магнитофильмами*. Однако применение в различных странах большого количества отличающихся друг от друга телевизионных стандартов затрудняет непосредственный обмен магнитными записями и делает пока предпочтительным обмен программами на кинопленке. Это в свою очередь вызвало необходимость создания процесса перезаписи изображения с магнитной ленты на кинопленку.

В кинематографии процесс магнитной записи изображения в настоящее время применяется только на вспомогательных операциях и для целей оперативного контроля.

Наиболее существенную роль играет магнитная запись изображения в процессе съемки художественных фильмов, где ее применение позволяет производить параллельную со съемкой на пленку запись контрольного изображения на магнитную ленту и его немедленный просмотр для проверки качества снятого дубля. Не меньшее значение имеет и запись репетиций без съемки на кинопленку. Возможность оперативного просмотра только что снятого материала значительно облегчает работу режиссера с актерами и делает все режиссерские замечания более наглядными.

При съемке многокамерным методом параллельная запись контрольного изображения еще более необходима, так как позволяет сразу просмотреть длинный и часто сложный предварительно смонтированный во время съемки эпизод.

Магнитная запись изображения также заменяет съемку на пленку актерских проб, упрощая, удешевляя и ускоряя этот процесс.

Так как видеомагнитофоны рассчитаны на работу от обычных передающих телевизионных камер, которыми фактически являются и все телевизионные визиры, встроенные в киносъемочные аппараты, то никаких принципиальных затруднений применение в кинематографе аппаратуры магнитной записи изображения не вызывает.

Хорошим примером использования аппаратуры магнитной записи изображения при производстве художественных фильмов является комплекс с аппаратом «Славутич», предназначенный для натурных съемок. Аналогичный комплекс «Союз» с синхронным аппаратом павильонного типа может применяться при съемках на студии.

На рис. IV-6 приведена с некоторыми упрощениями структурная схема комплекса аппаратуры «Славутич» с видеомагнитофоном. Киносъемочный аппарат *1* с телевизионным визиром *2* управляется оператором и его ассистентом. Электрические сигналы с выхода телевизионного визирующего устройства аппарата подаются на соответствующие устройства на пультах режиссера, видеоинженера и звукооператора, где на контрольных экранах *3*, *4*, и *5* воспроизводятся идентичные изображения.

Для руководства съемкой режиссер имеет возможность пользоваться находящимся у него на пульте радиомикрофоном *6* командной связи, сигналы которого поступают на радиоприемник *7* на пульте видеоинженера и после усилителя *8* подаются на специальный громкоговоритель *9*. На пульте видеоинженера установлен также видеомагнитофон *10* для записи изображения, которое для просмотра может воспроизводиться на большом контрольном телевизионном экране *11*.

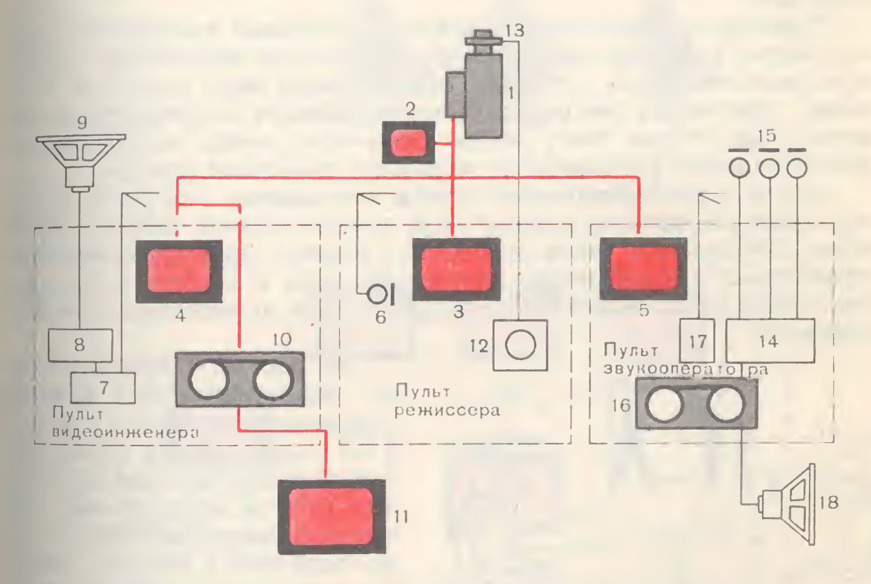


Рис. IV-6. Структурная схема киносъемочного комплекса «Славутич»

С целью упрощения проведения репетиций на пульте режиссера имеется устройство *12* для дистанционного управления наводкой на резкость съемочного объектива *13* с переменным фокусным расстоянием.

На пульте звукооператора расположены: микшер *14*, к которому подведены микрофоны *15*, установленные на съемочной площадке, магнитофон *16* для синхронной записи звука и приемник *17* для приема указаний режиссера. При контрольном прослушивании записанных фонограмм применяется специальный громкоговоритель *18*.

Устройства для кодовой разметки и синхронизации пленки с изображением и магнитных лент с фонограммой и контрольным изображением на схеме для упрощения не приведены.

МНОГОКАМЕРНЫЙ МЕТОД СЪЕМКИ ФИЛЬМОВ

Многокамерный метод съемки применяется главным образом при производстве фильмов для телевидения и съемки театральных спектаклей с целью ускорения и удешевления их производства. Основан на одновременном использовании на съемочной площадке нескольких (большей частью трех) киносъемочных аппаратов с телевизионными визирами. Контрольные телевизионные экраны визиров всех камер размещены на пульте режиссера, а сами аппараты расположены так, что позволяют снимать один и тот же эпизод с разных точек и в различном масштабе.

Режиссер со своего пульта может, не прерывая исполнения актерской сцены, включать любые камеры и благодаря выбранному заранее чередованию крупных, средних и общих планов вести съемку на кинопленку практически уже вчерне смонтированными эпизодами большой длины. Как показал опыт, умелое применение метода многокамерной съемки во много раз повышает выработку съемочной группы.

Вместе с тем непрерывная съемка несколькими камерами, расположенными по-разному относительно объекта съемки, требует применения специального, более рассеянного общего характера освещения, ограничивает использование контрового света и вообще затрудняет применение резко выраженного направленного кинематографического освещения.

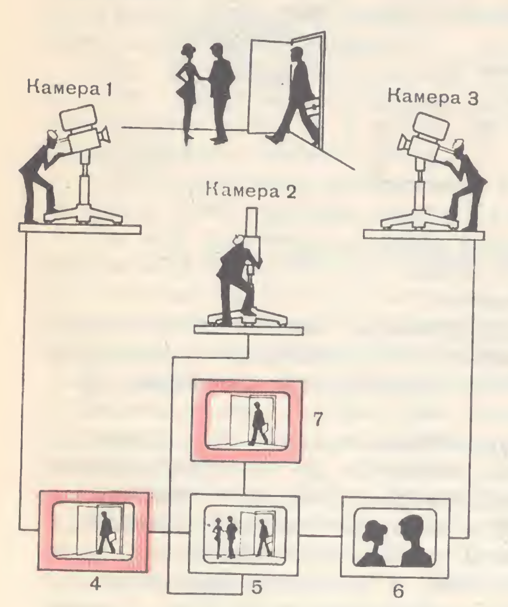


Рис. IV-7. Схема многокамерной киносъемки

На рис. IV-7 приведена схема, иллюстрирующая принцип многокамерной съемки, а на рис. IV-8 — структурная схема комплекта аппаратуры для этого метода в случае использования трех камер. Аппаратура, выпускаемая для этой цели в разных странах, отличается конструкцией и количеством съемочных аппаратов, применяемой оптикой и светоделительными системами, но отвечает в основном приведенной принципиальной схеме с теми или другими отступлениями.

На схеме показаны: *1, 2, 3* — киносъемочные аппараты с беспараллаксными телевизионными визирами, имеющие контрольный экран небольшого размера на каждой камере; *4, 5, 6* — камерные контрольные телевизионные экраны на пульте режиссера. Во время работы на всех этих экранах непрерывно воспроизводится изображение с точки зрения и в границах кадра соответствующих камер. Имеющийся на пульте режиссера переключатель *8* позволяет включить для съемки любую из камер. Одновременно телевизионное изображение, соответствующее этому аппарату, подается на главный телевизионный экран *7*, на котором всегда автоматически находится изображение, соответствующее снимаемому на кинопленку. Это же изображение одновременно подается на телевизионный экран *9* пульта звукооператора и другие экраны, если они применяются на съемке, а также на видеомагнитофон *10* для контрольной записи.

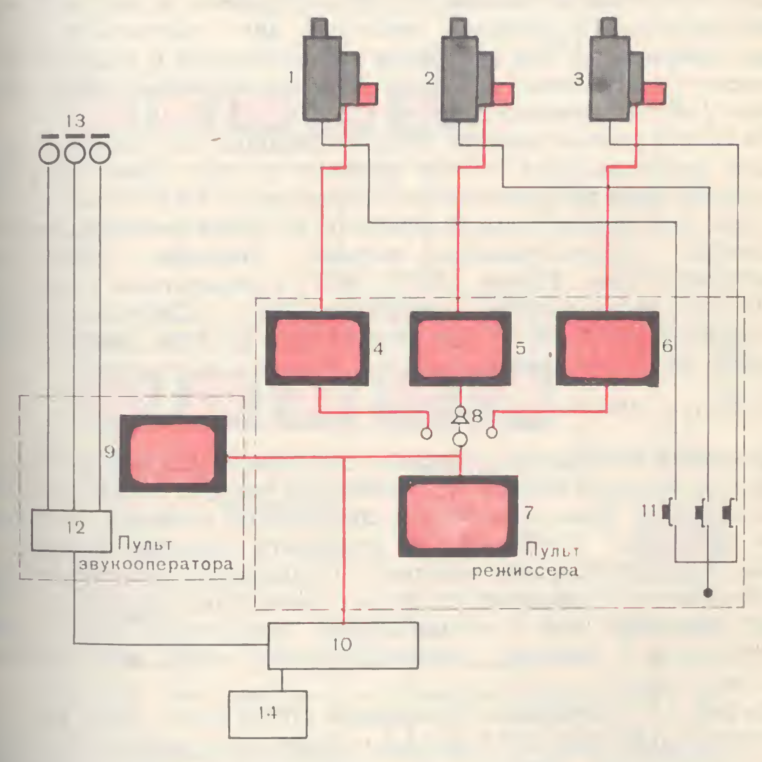


Рис. IV-8. Структурная схема комплекта аппаратуры для многокамерной киносъемки

Если режиссер не принял решения снимать какой-либо эпизод одновременно несколькими камерами, то система сама автоматически с некоторой задержкой, необходимой для последующего монтажа, выключает работавшую камеру после включения режиссером следующей. При желании снимать одновременно несколькими камерами это можно осуществить системой дистанционного управления *11*,

которая позволяет включить дополнительно еще одну или две камеры. В этом случае изображения, соответствующие этим дополнительно включенным аппаратам, будут видны только на их индивидуальных контрольных экранах *4*, *5* или *6* на пульте. На главном же экране *7* и видеомагнитофоне *10* всегда будет только изображение, соответствующее основной камере, включенной переключателем *8*. На пульте звукооператора находятся магнитофон и микшерский пульт *12*, к которому подключены установленные на съемочной площадке микрофоны *13*. При просмотре и прослушивании записанного на видеомагнитофоне эпизода звук воспроизводится контрольным громкоговорителем *14*.

Для упрощения приведенной схемы комплекта на ней не показаны вспомогательные устройства, служащие для синхронной разметки пленок изображения всех аппаратов с фонограммой и видеозаписью, а также система служебной телефонной связи между режиссером и операторами, работающими на камерах.

На основе рассмотренного общего принципа построения аппаратуры для многокамерной съемки фильмов в ряде стран выпускается соответствующее промышленное оборудование. В СССР это комплект «Москва» с четырьмя 16-*мм* аппаратами. Из числа иностранных систем наибольшее распространение получил комплект оборудования «Электроник Кам» фирмы АРРИ (ФРГ) с аппаратами «Аррифлекс» для 35- или 16-*мм* пленки, а также комплект «Система-35» фирмы «Митчелл» (США) для 35-*мм* кинопленки на базе киносъемочного аппарата «Марк-II» этой же фирмы.

1. КОМПЛЕКТ АППАРАТУРЫ «МОСКВА» (СССР)

Комплект аппаратуры «Москва» для многокамерной съемки телевизионных фильмов основан на применении четырех 16-*мм* синхронных киносъемочных аппаратов «Русь» специальной модели с телевизионными визирами. Особенностью комплекта является наличие в его составе двух режиссерских пультов — стационарного и передвижного, что позволяет постановщику во время съемки находиться по желанию в самом павильоне или в стационарной аппаратной, где находятся звукооператор и инженер, осуществляющий запись изображения на магнитную ленту.

На рис. IV-9 приведена упрощенная структурная схема комплекта аппаратуры «Москва», где *1*, *2*, *3* и *4* — 16-*мм* киносъемочные аппараты с телевизионными визирами; *5* — передвижной пульт режиссера с общим и четырьмя аппаратными контрольными мониторами, устанавливаемый в любом месте съемочного павильона и включаемый вместо стационарного режиссерского пульта *6*, расположенного в аппаратной, соединенной с павильоном большим застекленным звукоизолирующим смотровым окном. Пульт *6* применяется, когда режиссер ведет съемку из аппаратной. На пульте *7* звукооператора расположено микшерское устройство, к которому подведены выходы микрофонов *8*, установленных в съемочном павильоне. Синхронная запись звука производится на магнитофоне *9*, а контрольное прослушивание при записи и

воспроизведении — через громкоговоритель *10*. Запись контрольного изображения на магнитную ленту выполняется на стационарном видеомагнитофоне *11*.

Применение в комплекте «Москва» высококачественных телевизионных трактов вещательного типа и видеомагнитофонов высшего класса

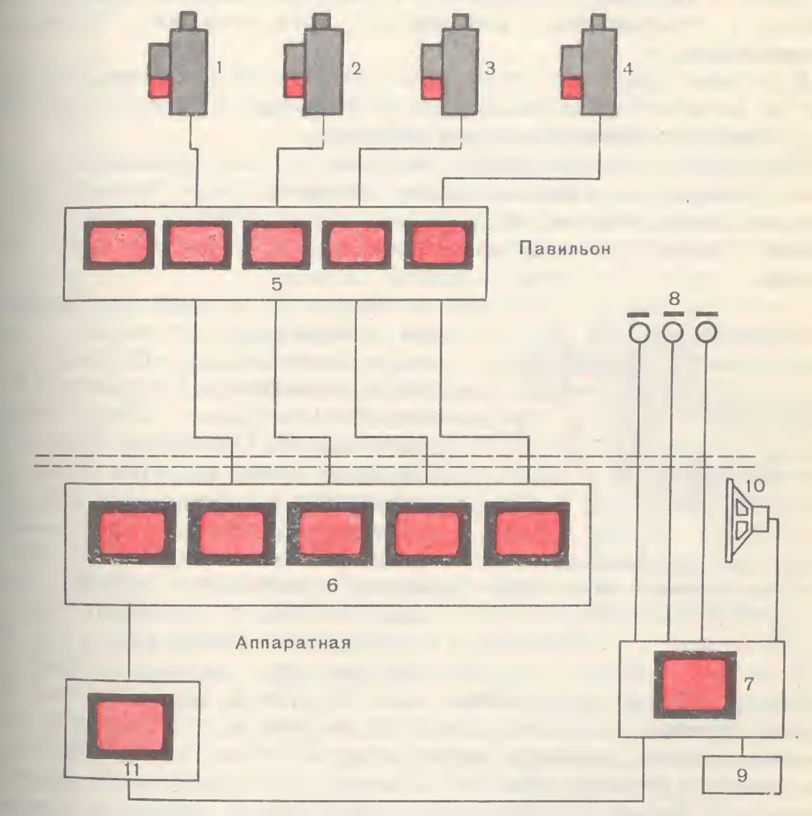


Рис. IV-9. Структурная схема многокамерного комплекта «Москва»

позволяет производить съемку программ с использованием только магнитной записи изображения, без съемки на кинопленку, в тех случаях, когда это целесообразно по производственным или экономическим соображениям.

2. СИСТЕМА «ДЖЕМИНИ» (США)

Многокамерная система «Джемини» предназначена для киносъемки параллельно с проведением прямой телевизионной передачи или записью изображения на магнитную ленту. Особенность ее именно в том,

что основной является не киносъемка, а передача. Этому подчинено и техническое решение, основанное на применении лучших (не портативных) студийных телевизионных камер и приспособлении к ним портативных киносъемочных аппаратов. Таким образом, здесь реализован принцип, обратный применяемому в ранее описанных многокамерных системах, в которых главным было получение изображения на кинопленке, а телевизионное изображение использовалось только как вспомогательное.

В системе «Джемини» применены телевизионные камеры, работающие на высокочувствительных суперортиконах и к ним добавлены 16-*мм* киносъемочные аппараты «Аурикон».

Естественно, что спаренные камеры системы «Джемини» могут быть использованы и действительно применяются не только в многокамерной комплектации, но и как одиночные аппараты для одновременной телевизионной передачи, магнитной записи изображения и киносъемки.

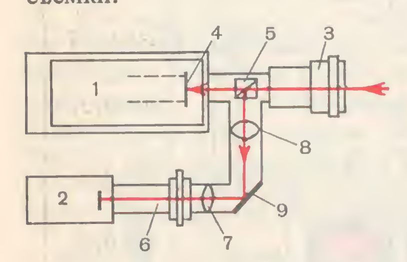


Рис. IV-10. Структурно-оптическая схема киносъемочного и телевизионного аппарата в системе «Джемини»

На рис. IV-10 приведена упрощенная структурно-оптическая схема спаренного аппарата «Джемини». Телевизионная камера *1* сочленена с узкопленочным 16-*мм* киносъемочным аппаратом *2*. Основным объективом для обеих камер является объектив *3* телекамеры с переменным фокусным расстоянием, который строит изображение объекта передачи в плоскости светочувствительного катода суперортикона *4*. Часть светового потока, строящего это изображение, при прохождении через светоделительное устройство *5*, стоящее между объективом и трубкой, направляется в объектив *6* киносъемочного аппарата. На пути этой ответвленной части светового потока помещены коллиматорный объектив *7*, положительная линза *8* и плоское зеркало *9*. Наличие коллиматорного объектива создает для съемочного аппарата и его объектива положение предмета съемки всегда в бесконечности, вне зависимости от его действительной удаленности.

Учитывая различие в светочувствительности цветных и черно-белых кинопленок, применяется несколько сменных светоделительных устройств *5*, что позволяет в каждом случае подобрать оптимальное соотношение между величиной светового потока, направляемого в телевизионную камеру и киносъемочный аппарат. Три светоделительных устройства, входящие в комплект, дают возможность распределить свет между кино- и телевизионной камерами в следующем соотношении в процентах: 60:40; 70:30 и 80:20.

РАЗДЕЛ V

ШТАТИВЫ, ТЕЛЕЖКИ И ОПЕРАТОРСКИЕ КРАНЫ

Широкое распространение киносъемок со сложным движением камеры привело, с одной стороны, к использованию во многих случаях легких ручных аппаратов, а с другой, к созданию большого количества типов операторских тележек, кранов и специально оборудованных автомобилей. Если еще недавно штатив был основным видом опоры для кинокамеры, то теперь ею стал кран-тележка, позволяющий плавно перемещать съемочный аппарат с оператором по заданной сложной траектории. Для ряда съемок часто используются специальные операторские краны с системами телевизионного визирования и дистанционного управления. Такие краны обычно разрабатываются и изготовляются силами самих киностудий применительно к их конкретным потребностям. Студии создают также большое количество разнообразных специальных операторских тележек, кранов и других приспособлений, необходимых для решения тех или других конкретных съемочных задач.

Ниже приведены краткие сведения только по типовым видам оборудования, выпускаемого промышленностью.

ШТАТИВЫ И ШТАТИВНЫЕ ГОЛОВКИ

1. ШТАТИВ «МИНИ», МОДЕЛЬ 4-ШКС

Штатив «Мини» предназначен для установки легких киносъемочных аппаратов (весом до 10 *кг*). Штативная головка с механизмом жидкостного трения обеспечивает плавное панорамирование в горизонтальном направлении в пределах 360° и в вертикальном — до 50° вверх от горизонта и до 80° вниз.

Высота установки основания киносъемочной камеры от уровня пола или грунта может изменяться в пределах от 1,2 до 2,2 *м* за счет выдвижения ножек.

Гарантируется нормальная работа штатива при температуре от – 30 до +50° С.

Масса головки 2,8 *кг*, треноги — 4,2 *кг*, футляра — 4 *кг*.

2. ШТАТИВ «ПИНГВИН», МОДЕЛЬ 3-ШКС

Штатив «Пингвин» предназначен для установки киносъемочных аппаратов среднего веса (до 15 *кг*) и может использоваться при самых разнообразных условиях съемки. В комплект входят штативная головка, тренога, чемодан для укладки головки и футляр для треноги.

Штативная головка (рис. V-1) с механизмом жидкостного трения обеспечивает плавность панорамирования в горизонтальном и вертикальном направлениях при весьма низком уровне шума. Поворот головки по горизонтали осуществляется на 360°, а по вертикали — в пределах 140°. В любом положении головка может быть надежно зафиксирована стопором.

Высота установки камеры определяется выдвижением ножек и может изменяться от 1,3 до 1,8 *м* от пола до основания аппарата.

Камера на головке штатива крепится винтом 3/8″.

Размеры в упаковке для транспортировки: штативная головка в чемодане — 200×250×390 *мм*, тренога в футляре ⌀—270×1100 *мм*

Масса головки 7 *кг*, треноги — 7 *кг*, чемодана — 4 *кг*, футляра — 4 *кг*.

Завод гарантирует безотказную работу штатива при температуре от –10 до +50°С.

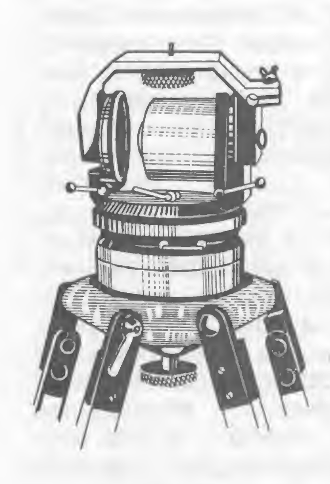


Рис. V-1. Головка штатива «Пингвин»

3. ПЛЕЧЕВОЙ ШТАТИВ 1-ШП

Плечевой штатив предназначен для работы с ручными киносъемочными аппаратами весом до 10 *кг*. Штатив состоит из металлического плечевого и поясного упоров, соединенных между собой трубчатой перемычкой с зубчатой муфтой-шарниром, позволяющей изменять угол между нижней и верхней частью конструкции. Штатив закрепляется ремнями с пряжками на плече и поясе оператора, позволяя ему свободно передвигаться и освобождая руки.

На верхнем конце трубки-штанги находится опорная площадка для камеры, к которой она крепится винтами 1/4″ или 3/8″. Площадка фиксируется стопором в любом удобном для работы оператора положении.

4. ШТАТИВ 3-ШС

Штатив 3-ШС предназначен для установки киносъемочных аппаратов весом до 30 *кг* и имеет сменные треноги с нормальными и укороченными выдвижными ножками. Расстояние платформы штативной головки от пола может изменяться при укороченных ножках от 50 до 95 *см*, а при нормальных — от 100 до 180 *см*.

Панорамная головка штатива имеет два инерционных механизма, обеспечивающих плавность выполнения горизонтальных и вертикальных панорам. Каждый из этих механизмов может работать в двух режимах, соответствующих средним и малым скоростям панорамирования. Для быстрых поворотов камеры инерционные механизмы могут быть отключены. Эти механизмы и специальные тормозные устройства обеспечивают не только равномерное движение при панорамировании, но также плавное начало движения и остановку камеры.

Горизонтальное панорамирование может производиться в пределах 360°, а вертикальное — ±40° от горизонтального положения аппарата.

Общий вид инерционной штативной головки и укороченной треноги приведен на рис. V-2.

5. ШТАТИВ 2-ШКС С ГОЛОВКОЙ «ТОРС»

Штатив 2-ШКС предназначен для установки тяжелых киносъемочных аппаратов (весом до 100 *кг*) при работе в павильоне и на натуре. Штативная головка «Торс» (рис. V-3) с механизмом жидкостного трения обеспечивает плавность горизонтального и вертикального панорамирования при низком уровне шума, отвечающем требованиям синхронных съемок.



Рис. V-2. Инерционная штативная головка и тренога штатива с укороченными ножками



Рис. V-3. Штативная головка «Торс»

В состав комплекта штатива входят две треноги с выдвижными ножками — большая и малая. Их применение позволяет изменять уровень установки основания камеры в пределах от 0,45 до 2 *м* над поверхностью пола или грунта. Кроме того, для съемок с особо низких точек эта же головка может ставиться на опору типа «Лягушка», которая в комплект не входит.

Штативная головка допускает панорамирование по горизонтали в пределах 360° и по вертикали — вверх от горизонта на 55° и вниз — на 75°. Специальное тормозное устройство позволяет зафиксировать головку в любом положении.

Для уравновешивания киносъемочных аппаратов с различным расположением центра тяжести имеющаяся на головке опорная площадка может перемещаться вдоль оси камеры в пределах 100 *мм*. Аппарат крепится на головке винтом $3/8''$. Кроме того, имеется дополнительно три винта М-8.

Размеры штативной головки: 302×352×342 *мм* при массе 22,5 *кг*.

В случае необходимости эта головка без всяких изменений устанавливается на операторских тележках и кранах.

6. ШТАТИВ 2-ШСК-М

Штатив 2-ШСК-М с головкой фрикционного типа предназначен для тяжелых киносъемочных аппаратов (весом до 100 *кг*). Бесшумность панорамирования допускает применение штатива для синхронных киносъемок. Поворот головки в горизонтальном направлении составляет 360°, а в вертикальном — вверх над горизонтом 35° и вниз — 45°.

В состав комплекта входят две раздвижные треноги — с нормальными и укороченными деревянными ножками. При нормальных ножках высота установки основания камеры может изменяться от 1,0 до 1,7 *м*, при укороченных — от 0,6 до 1,0 *м*. Головка может быть также установлена на опору типа «Лягушка», причем достигается высота 0,31—0,36 *м*.

Головка со штангой управления весит 11,5 *кг*, тренога нормальной длины — 10,5 *кг* и укороченная — 9,3 *кг*.

Камера крепится на головке винтом $3/8''$ или через промежуточную площадку.

7. ШТАТИВ КОЛОНЧАТЫЙ 7-ШС-М

Колончатый штатив 7-ШС-М с гидравлическим механизмом изменения высоты подъема камеры для тяжелых аппаратов (до 100 *кг*) предназначен для использования в павильонах или других помещениях с гладкими полами. Штатив имеет литое металлическое основание с тремя управляемыми колесами для горизонтального перемещения по полу. Передвижение штатива только установочное, при съемке он фиксируется на трех домкратах.

Изменение высоты установки камеры осуществляется при помощи телескопической колонны, выдвигаемой гидравлическим механизмом и имеющей ход в пределах 60 *см*. Гидравлический привод управляется ножной педалью. Верх колонны заканчивается площадкой для установки типовой штативной головки для тяжелых аппаратов. Высота площадки для крепления головки составляет, в зависимости от положения подъемной колонны, 70—130 *см* от уровня пола.

8. ШТАТИВ 1-ШКС-М

Массивный штатив 1-ШКС-М на колесах с выдвижной телескопической колонной для тяжелых киносъемочных аппаратов предназначен для работы в павильонах и других помещениях с гладким полом. Допустимая нагрузка на выдвижную колонну до 120 *кг*.

Литое основание штатива имеет в центре гнездо для установки телескопической колонны со штативной головкой или переходного устройства прямо под штативную головку для съемок с низким положением камеры. Подъем и спуск камеры достигается изменением выдвижения телескопической колонны с помощью штурвала, вращаемого рукой.

Для увеличения предельной высоты установки аппарата колонна наращивается одним или двумя удлинителями, увеличивающими ее высоту на 400 *мм*. Таким образом, учитывая все возможности, высота установки штативной головки, считая от пола до ее опорной плоскости, может изменяться от 400 до 1750 *мм*. Высота установки камеры соответственно несколько выше, в зависимости от типа применяемой штативной головки.

Передвигается штатив по полу на трех двойных обрезиненных колесах рояльного типа, самоустанавливающихся по направлению движения. Колеса стоят на трех лапах основания штатива, которые снабжены также домкратами для жесткой установки на время съемки. Для удобства работы в узких проходах декораций две лапы штатива могут быть установлены близко друг к другу.

Штатив легко разбирается и для перевозки укладывается в два чемодана. Общая масса комплекта 60 *кг*.

ОПЕРАТОРСКИЕ ТЕЛЕЖКИ

1. РЕЛЬСОВАЯ ТЕЛЕЖКА ОТР-2

Тележка ОТР-2 с гладкой площадкой предназначена для съемок с движением камеры в павильонах и на натуре. Камеру на площадке устанавливают на штативе. Повышенная плавность хода на неровностях и стыках рельс достигается применением восьми обрезиненных желобчатых колес, собранных попарно на четырех отдельных каретках. На каждой каретке колеса расположены тандемом и катятся по одному рельсу. Все каретки имеют свободную подвеску, позволяющую им

поворачиваться около горизонтальной оси и тем самым устанавливаться по рельсу. Кроме того, две из кареток могут в известных пределах перемещаться в поперечном направлении для компенсации возможных неточностей в расстоянии между рельсами.

Тележка комплектуется трубчатыми рельсами, включая закругления.

Масса тележки около 150 *кг*.

2. РЕЛЬСОВАЯ ТЕЛЕЖКА 1-ТОР

Тележка 1-ТОР (рис. V-4) предназначена для съемки с движения в павильонах киностудий и на натуре. Передвигается по трубчатым рельсам с шириной колеи 700 *мм*. Применение восьми обрезиненных колес, собранных попарно друг за другом на четырех свободно подвешенных каретках, обеспечивает плавность хода тележки и делает его бесшумным, что необходимо для проведения синхронных съемок.

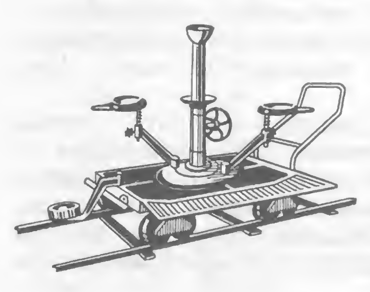


Рис. V-4. Операторская рельсовая тележка 1-ТОР

Тележка имеет расположенное на платформе поворотное устройство, на котором крепится выдвижная телескопическая колонна со штативной головкой для установки камеры и сидений оператора и ассистента, что позволяет легко выполнять горизонтальные панорамы до 360° с поворотом камеры вместе с оператором. Высота телескопической колонны изменяется с помощью ручного штурвала в пределах 435 *мм*. Кроме того, предусмотрена возможность увеличения общей высоты установки камеры применением дополнительных удлинителей.

Для получения особо низких съемочных точек колонна снимается и штативная головка ставится через переходник прямо на поворотное устройство в центре площадки или на выносной кронштейн, позволяющий установить камеру на краю площадки при необходимости ниже ее поверхности.

Общая грузоподъемность тележки 300 *кг*, а колонны — 100 *кг*. Масса около 120 *кг*.

3. МАЛОГАБАРИТНАЯ ТЕЛЕЖКА «МАЛЫШКА», МОДЕЛЬ 1-ТОМ

Тележка «Малышка» предназначена для съемок с движением по гладким полам. Предусмотрена возможность установки на тележке двух сменных выдвижных телескопических колонн для крепления штативной головки и камеры: одна из колонн — с гидравлическим механизмом для изменения высоты, а вторая — с ручным механическим приводом. Грузоподъемность каждой из колонн 100 *кг*, что позволяет пользоваться любыми типами киносъемочных аппаратов.

Колонна с гидроприводом позволяет изменять высоту от уровня пола до опорной плоскости установки штативной головки в пределах от 650 до 1300 *мм*; для колонны с ручным приводом этот интервал составляет от 800 до 1300 *мм*.

Действие гидравлического привода обеспечивается 5-*л* баллоном сжиженной углекислоты, которого хватает на выполнение 60 полных циклов колонны подъем — спуск.

На тележке также установлены сиденья для оператора и ассистента. Перемещение тележки и управление ее движением ручное.

Низкий уровень шума при движении камеры на телескопической колонне и перемещений самой тележки позволяет проводить синхронные съемки.

Размеры тележки без колонны и рулевого устройства: 260×1000×700 *мм*.

Масса с гидроколонной и пневматическим оборудованием 160 *кг*, с колонной ручного управления — 136 *кг*.

ОПЕРАТОРСКИЕ КРАНЫ И КРАНЫ-ТЕЛЕЖКИ

1. МАЛЫЙ КРАН-ТЕЛЕЖКА КТ-1

Кран-тележка КТ-1 (рис. V-5) предназначен для съемок в павильонах киностудий и может передвигаться как по трубчатым рельсам, так и по гладкому полу.

Стрела с вылетом 1,2 *м* рассчитана на нагрузку до 250 *кг*, что позволяет устанавливать на ней тяжелую синхронную камеру и помещать на операторской площадке двух человек — оператора и его ассистента. На противоположном конце стрелы находится емкость для наборного контргруза, величина которого подбирается в зависимости от нагрузки на стрелу.

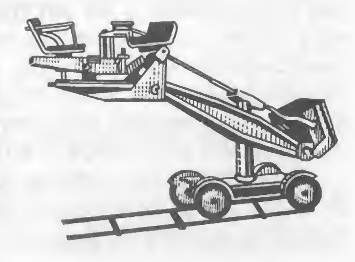


Рис. V-5. Кран-тележка КТ-1

Конструкция крана позволяет осуществлять панорамирование в пределах 360° по горизонтали, а также опускать камеру до высоты оптической оси над полом 0,55 *м* или поднимать ее до 2 *м*.

Управление стрелой и перемещение крана-тележки ручное.

Размеры: длина около 2,6 *м*; ширина 1,1 *м*; высота с опущенной стрелой 1,3 *м*.

Масса с контргрузом около 600 *кг*.

2. КРАН-ТЕЛЕЖКА «МАЛЫШ», МОДЕЛЬ 1-ТОП

Кран-тележка «Малыш» предназначен для установки камеры при киносъемках в павильонах студий и на натуре. Может перемещаться

по гладким полам и специальным рельсовым путям на обрезиненных колесах. Имеет небольшую стрелу с вылетом 1170 *мм*, приводимую в движение гидравлическим механизмом, на которую камера устанавливается на одной из типовых штативных головок. На этой же стреле расположено и рабочее кресло оператора.

Поворот стрелы крана по горизонтали может производиться в пределах 360°, а подъем вверх — до 75°. При этом расстояние от пола до плоскости опорной площадки штативной головки изменяется от 365 до 1740 *мм*.

Если съемка производится без движения крана, то для большей устойчивости он переводится с колес на домкраты.

Для удобства работы и повторяемости траектории движения камеры, отработанной на репетиции, все поворотные устройства снабжены лимбами и указателями.

Низкий уровень шума всех механизмов крана позволяет проводить синхронные съемки при любых движениях стрелы.

Передвижение крана по гладкому полу производится с ручным рулевым управлением и перемещением, минимальный радиус поворота 2,8 *м*.

Длина крана-тележки 1970 *мм*; ширина 910 *мм* и высота с опущенной стрелой 790 *мм*. Масса около 400 *кг*.

3. КРАН-ТЕЛЕЖКА 1-УКТ

Кран-тележка 1-УКТ предназначен для установки камеры при съемках в павильоне и на натуре, может бесшумно передвигаться по гладким полам или рельсовым путям. Допускает установку тяжелого киносъемочного аппарата, закрепляемого со штативной головкой на выдвижной телескопической колонне, стоящей в центре тележки. На крестообразной раме тележки также устанавливаются специальные сиденья для оператора и его ассистента (рис. V-6).

При установке стрелы на опущенную в крайнее нижнее положение колонну тележка превращается в операторский кран с максимальным вылетом стрелы 1,72 *м*. Передвижение и управление краном-тележкой производится вручную одним человеком.

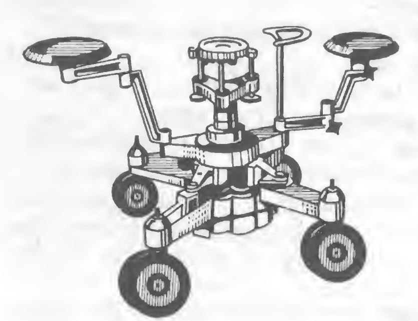


Рис. V-6. Кран-тележка 1-УКТ

В варианте тележки на телескопической колонне грузоподъемностью до 110 *кг* с гидравлическим приводом крепится одна из типовых штативных головок и на ней устанавливается киносъемочный аппарат. Высота положения камеры определяется выдвижением телескопической колонны и может изменяться в пределах 670 *мм*. Управление подъемом и опусканием колонны осуществляется оператором

или его ассистентом с помощью специальных педалей. Минимальная высота от пола до опорной площадки колонны, на которую ставится штативная головка, 580 *мм*.

В варианте крана стрела устанавливается при полностью опущенной телескопической колонне. В этом случае ее общая грузоподъемность составляет 460 *кг*. На одном конце стрелы крепится камера и сиденье оператора, на другом — уравновешивающий груз.

Конструкция крана допускает поворот стрелы в горизонтальном направлении до 360°, опускание ее вниз до 310 *мм* от пола до опорной площадки и максимальный подъем на высоту до 1540 *мм*.

Если нужна более высокая точка съемки, стрела может быть установлена на тележку при опущенной колонне через специальные удлинительные опорные стаканы общей высотой 500 *мм*. (Стаканы длиной 200 и 300 *мм* можно устанавливать и по одному.) При этом максимальная высота подъема увеличивается соответственно до 2040 *мм*, но допустимая нагрузка на стрелу снижается до 120 *кг*.

Ходовая часть крана-тележки имеет три комплекта сменных кареток со сдвоенными для увеличения устойчивости обрезиненными колесами: для перемещения по гладким полам, трубчатым рельсам с большими радиусами закругления и трубчатым рельсам с минимальными радиусами поворотов.

Размеры при горизонтальном положении стрелы: 1200×1200××3500 *мм*.

Общая масса 540 *кг*, в том числе: тележка с гидравлической колонной-штативом — 120 *кг*; стрела — 120 *кг*; контргрузы наборные — 300 *кг*.

4. СРЕДНИЙ ОПЕРАТОРСКИЙ КРАН, МОДЕЛИ КОС-10А И КОС-10П

Средний операторский кран с ручным управлением выпускается в двух вариантах:

на автомашине ГАЗ-53А как самоходная установка для работы в экспедициях и на натурных киносъемках — КОС-10А (рис. V-7);

на специальной платформе-тележке на колесах для использования в павильонах и на натурных площадках киностудий — КОС-10П.

Конструкция крана и рабочая площадка на его стреле рассчитаны на установку тяжелой камеры и нахождение на ней оператора с ассистентом. Предусмотрена также возможность установки на площадке небольшого осветительного прибора. При этом нагрузка не должна превышать 300 *кг*.

Стрела крана имеет вылет 3 *м* и позволяет получить наивысшую точку установки оптической оси камеры: при



Рис. V-7. Операторский кран КОС-10А

автомобильном варианте крана 4,6 *м* и для крана на платформе 4 *м*. Наиболее низкое положение камеры одинаково для обеих исполнений крана и равно 0,6 *м* от поверхности земли.

Поворот стрелы крана в горизонтальной плоскости составляет в автомобильном варианте 180° и на платформе 360°.

Площадка на стреле с камерой и оператором независимо от положения стрелы крана может поворачиваться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр на 360° в любую сторону. При всех положениях стрелы площадка с камерой автоматически сохраняет горизонтальность положения.

Механизмы наклона и поворота стрелы крана имеют надежно действующие тормозные стопорящие устройства.

Для уравновешивания стрелы крана с нагрузкой применяется наборный контргруз, состоящий из 54 блоков общим весом около 700 *кг*.

Размеры крана при горизонтальном положении стрелы в транспортном положении на автомобиле: длина 7,0 *м*; ширина 2,6 *м*; высота 3,5 *м*.

В варианте на платформе-тележке: длина 7,0 *м*; ширина 1,8 *м*; высота 3,0 *м*.

Полная масса крана в автомобильном варианте 6000 *кг*.

5. ОПЕРАТОРСКИЕ АВТОМОБИЛИ

Во многих случаях съемок с движения применяются специально оборудованные операторские автомобили. Они используются при съемках художественных, документальных и научно-популярных фильмов в режимах движения от самого быстрого, доступного современным автомобилям, до медленного, соответствующего скорости пешехода. Такой режим движения по неподготовленным специально дорогам требует применения наиболее комфортабельных, тяжелых и больших легковых автомобилей, так как именно они больше всего отвечают требованиям плавности хода при различных скоростях благодаря большой базе между колесами, мягкой подвеске и большой собственной массе.

Для съемочных целей автомобили обычно переоборудуются и дооснащаются силами киностудий или других, не специализированных организаций, так как из-за незначительной потребности промышленность их не выпускает. На них создаются различные приспособления, позволяющие устанавливать киносъемочные аппараты для съемки вперед, назад или в стороны по направлению движения и с различных по высоте съемочных точек.

Некоторые киностудии художественных фильмов предпочитают применять операторские автомобили без особых постоянных приспособлений с большой открытой, достаточно низко расположенной площадкой, на которой в каждом отдельном случае можно так или иначе установить камеру и другие нужные для данной съемки устройства и приспособления.

РАЗДЕЛ VI
ЭЛЕМЕНТЫ СВЕТОТЕХНИКИ

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СВЕТА

1. ЛУЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ

При взаимодействии между ядром атома и электроном, ранее смещенным под влиянием внешних воздействий, последний возвращается в свое первоначальное состояние и отдает накопленную им потенциальную энергию в виде кинетической энергии излучения — *лучистой энергии*. Распространение лучистой энергии в пространстве происходит в виде электромагнитных колебаний с различными длинами волн.

Скорость распространения электромагнитных колебаний всех видов в пустоте одинакова и составляет: $c = 299\,800$ *км/с*.

В среде с показателем преломления n скорость распространения колебаний

$$v = \frac{c}{n},$$

и так как n несколько различен для разных излучений (*явление дисперсии*), то скорости распространения различных излучений в различных средах не одинаковы.

Длина волны λ, скорость распространения электромагнитных колебаний v и частота колебаний ν связаны между собой соотношением:

$$\lambda = \frac{v}{\nu}.$$

Изучено много разновидностей излучений, различающихся длинами волн; к ним относятся: гамма-лучи, рентгеновские и ультрафиолетовые лучи, видимый свет, инфракрасные лучи, радиоволны.

Оптическая область спектра электромагнитных излучений состоит из трех участков: *невидимых ультрафиолетовых излучений* с длинами волн от 10 до приблизительно 400 *нм**, обнаруживаемых в основном по их химическому и физиологическому действию; *видимых световых излучений* с длинами волн от приблизительно 400 до 750 *нм*, воспринимаемых глазом как свет, и *невидимых инфракрасных излучений* с длинами волн от 740 *нм* до 1—2 *мм*, обнаруживаемых в основном по их фотоэлектрическому (в некоторых пределах) или тепловому действию.

2. СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СВЕТА

Излучение с определенной длиной волны λ называют *однородным*, или *монохроматическим*, в отличие от *сложного*, или *немонохроматического, излучения*, состоящего из совокупности нескольких монохроматических излучений.

Цвет видимого монохроматического излучения определяется длиной его волны: с изменением длины волны цвет излучения меняется. При разложении белого света призмой в непрерывный спектр в последнем цвета́ постепенно переходят один в другой так, что точно определить границы каждого цвета и связать их с длинами волн крайне трудно. Однако в первом приближении можно принять следующие границы цветных участков видимой части спектра излучения (табл. VI-1)

Таблица VI-1

Цветные участки спектра видимых излучений

Цвет	Границы длин волн, *нм*	Цвет	Границы длин волн, *нм*
Фиолетовый	390—440	Желто-зеленый	550—575
Синий	440—480	Желтый	575—585
Голубой	480—510	Оранжевый	585—620
Зеленый	510—550	Красный	620—770

Монохроматические равные по мощности излучения, отличающиеся друг от друга длиной волны, т. е. по цвету, вызывают в глазу неодинаковые по интенсивности ощущения, что определяется неодинаковой чувствительностью глаза к отдельным участкам видимого спектра.

Нормальный человеческий глаз обладает наибольшей чувствительностью к желто-зеленому излучению с длиной волны около 555 *нм*; по мере приближения к концам видимого спектра чувствительность глаза резко падает.

* Нанометр (*нм*) — единица измерения длины, равная 10^{-9} *м*, т. е. 1 *нм* = 0,000001 *мм* = 0,000000001 *м*. В старой литературе можно найти вместо нанометров равные им единицы — миллимикроны (*ммкн*).

За *относительную чувствительность,* равную единице, принята чувствительность к желто-зеленому излучению с длиной волны 555 *нм*.

Табл. VI-2 характеризует чувствительность нормального среднего глаза в условиях дневного зрения.

Таблица VI-2

Спектральная чувствительность нормального глаза человека («видность»)

Длина волны, *нм*	Относительная чувствительность	Длина волны, *нм*	Относительная чувствительность	Длина волны, *нм*	Относительная чувтвительность
400	0,0004	530	0,862	660	0,061
410	0,0012	540	0,954	670	0,032
420	0,0040	550	0,995	680	0,017
430	0,0116	560	0,995	690	0,0082
440	0,023	570	0,952	700	0,0041
450	0,038	580	0,870	710	0,0021
460	0,060	590	0,757	720	0,00105
470	0,091	600	0,631	730	0,00052
480	0,139	610	0,503	740	0,00025
490	0,208	620	0,381	750	0,00012
500	0,323	630	0,261	760	0,00006
510	0,503	640	0,175	770	0,00003
520	0,710	650	0,107		

При сумеречном зрении, т. е. при малой освещенности, максимум спектральной чувствительности глаза смещается (*явление Пуркинье*) на 45—50 *нм* в сторону коротких волн и располагается около 510 *нм* (зеленые лучи), причем область чувствительности простирается приблизительно от 380 до 630 *нм*. Благодаря этому цвета́ оранжево-красной части спектра оказываются относительно более темными, чем цвета́ сине-зеленой части спектра (рис. VI-1).

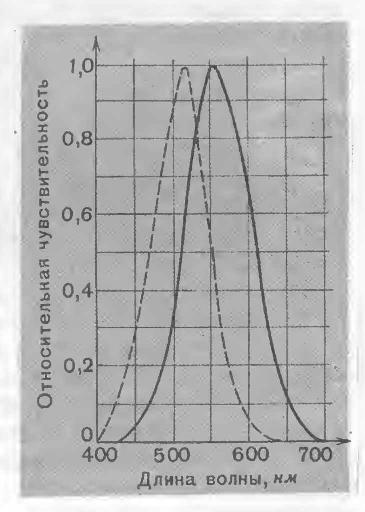


Рис. VI-1. Относительная спектральная чувствительность глаза при дневном (сплошная кривая) и сумеречном (пунктирная кривая) уровнях зрения

Для оценки качества светового излучения применяют несколько способов.

1. Разложение света при помощи призмы на составные части по спектру с последующим численным определением мощности по отдельным узким участкам спектра. В результате получается кривая (плавная или прерывистая) распределения световой энергии по спектру, или спектральная характеристика.

2. Колориметрическая характеристика по суммарному цвету с применением одной из систем цветовых обозначений и измерений, позволяющих каждый существующий в природе цвет условно характеризовать численно.

3. Сравнение цветности излучения с цветностью абсолютно черного тела (полного излучателя)* при какой-либо температуре последнего с получением величины цветовой температуры.

3. ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА

Способ оценки спектрального состава излучения по величине цветовой температуры применяется главным образом для характеристики температурных источников света. Он основан на том, что абсолютно черное тело испускает при каждой температуре свет совершенно определенного спектрального состава и, следовательно, суммарного цвета.

Кривые спектрального распределения энергии излучения абсолютно черного тела в видимой части спектра показаны на рис. VI-2. Свет от данного источника характеризуется той температурой — *цветовой температурой* — абсолютно черного тела, — при которой последнее дает свет, одинаковый по цветности со светом от данного источника.

Способ определения цвета свечения источников света по цветовой температуре нашел широкое применение благодаря своей простоте и может быть распространен на большое количество источников света, включая лампы накаливания и, с некоторым приближением, угольные дуги, ксеноновые лампы, металлогалогенные лампы и даже люминесцентные лампы.

Свет таких ламп электрического разряда в газах и парах металлов, как, например, ртутные, натриевые, неоновые, не может быть охарактеризован величиной цветовой температуры.

Цветовая температура указывается в кельвинах (обозначение К), отсчитываемых от абсолютного нуля. Она, таким образом, выражается цифрой, на 273 более высокой, чем та же температура, выраженная в равных по величине кельвинам градусах Цельсия (например, температура 3000°С равна температуре 3273 К).

Цветовые температуры некоторых искусственных источников света приведены в табл. VI-3.

Значения, приведенные в табл. VI-3, могут применяться лишь для ориентировки. Например, лампы накаливания, изготовляемые в массовых масштабах даже специально для цветного кинематографа, могут отличаться по цветовой температуре на ±70—80 К от номинала; обычные осветительные лампы накаливания имеют значительно больший разброс.

* *Абсолютно черное тело* (излучатель Планка) — тело, которое поглощает все падающие на него излучения, независимо от длины волны и направления излучения. Это тепловой излучатель, который при заданной температуре имеет максимальную спектральную интенсивность плотности излучения.

Действительные значения цветовой температуры ламп в эксплуатационных условиях зависят еще и от продолжительности предшествующего горения, от напряжения и других условий работы. Свойства линз, отражателей, рассеивателей могут оказать заметное влияние на цветовую температуру света осветительных приборов, в которых установлены лампы.

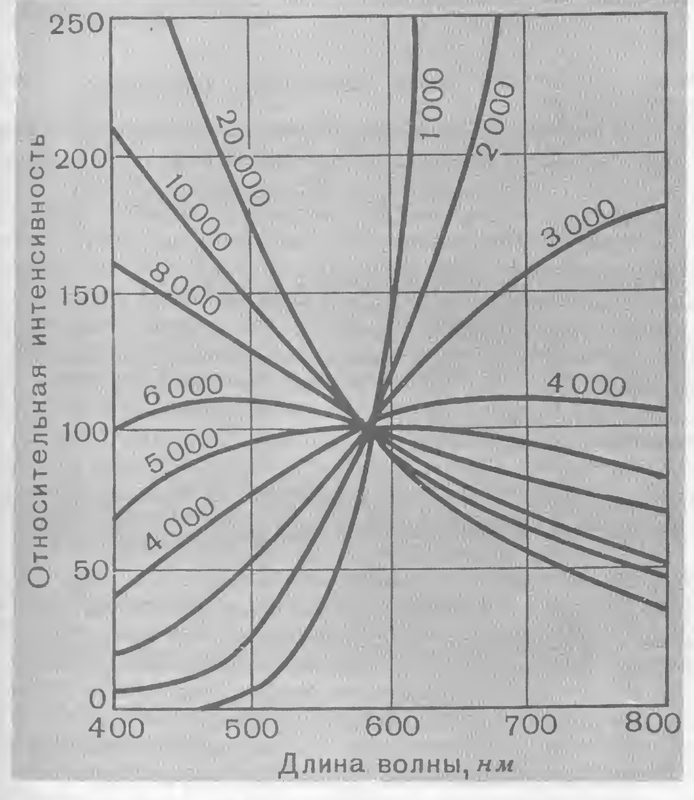


Рис. VI-2. Излучение абсолютно черного тела при различных температурах (в кельвинах)

Необходимо указать, что применение цветовой температуры для сравнения между собой различных по цветности даже чисто температурных излучений неудобно вследствие того, что одному и тому же изменению цветовой температуры, выраженному в К, соответствуют совершенно различные изменения в спектральном составе, в зависимости от исходной величины цветовой температуры. Это не позволяет задать допуски на колебания цветовой температуры, которые были бы симметричными и одинаковыми для источников света с преобладающим излучением в различных участках спектра.

Таблица VI–3

Цветовые температуры некоторых искусственных источников света (приближенные значения)

Источник света	Цветовая температура, К
Пламя спички	1700
Пламя свечи	1850
Нормальная осветительная лампа накаливания (газополная) мощностью 100 *Вт*	2650
Прожекторная лампа накаливания мощностью 500 *Вт* (ПЖ-13)	3050
Прожекторная лампа накаливания 2000 *Вт* (ПЖ-16)	3150
Зеркальные лампы накаливания серии ЗК	3200
Галогенные лампы накаливания для цветного кинематографа серии КГ	3200
Прожекторные лампы для цветного кинематографа серии КПЖ и КГК	3250
Кинопроекционная лампа накаливания типа К30-400	3280
Кинопрожекторные лампы старой серии КПЖ-1-6	3300
Лампы для фотографии 275 и 500 *Вт*	3450
Лампы-вспышки одноразового действия	3500—3900
Угольная дуга высокой интенсивности с белопламенными углями	5500
Ксеноновая лампа с короткой дугой	5500
Металлогалогенные лампы НМI	6000
Импульсная ксеноновая лампа	6000
Лампа нормального сенситометрического источника света	2360
Нормальный сенситометрический источник света с жидкостным голубым компенсационным светофильтром (источник белого света *D*)	5000
Источник белого света *А*	2854
Источник белого света *В* (*А* с фильтром)	4800
Источник белого света *С* (*А* с фильтром)	6500

Таблица VI-4

Перевод значений кельвинов в микрообратные градусы (майреды)

Кельвины	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	Микрообратные градусы									
2000	500	476	455	435	417	400	385	370	357	345
3000	333	323	312	303	294	286	278	270	263	256
4000	250	244	238	233	227	222	217	213	208	204
5000	200	196	192	189	185	182	179	175	172	169
6000	167	164	161	159	156	154	152	149	147	145
7000	143	141	139	137	135	133	132	130	128	127

Экспериментально установлено, что в широком интервале цветовых температур одинаковым изменениям цветности соответствуют одинаковые приращения $1/T_{цв}$. Весьма удобна, следовательно, шкала микрообратных градусов (майредов), которая является производной от шкалы градусов цветовой температуры и получается путем деления $10^6/T_{цв}$.

Перевод значений градусов цветовой температуры в микрообратные градусы приведен в табл. VI-4.

4. БЕЛЫЙ СВЕТ

Понятие белого света условно. Различают белый свет как зрительное ощущение и как определенное распределение лучистой энергии по спектру.

Вследствие особенностей глаза ощущение белого света может быть получено при самых разнообразных соотношениях мощностей излучений по отдельным участкам спектра, т. е. при множестве различных физических условий. Из-за крайней затруднительности определения или описания ощущения белого света для эталонного белого света были выбраны некоторые определенные распределения лучистой мощности по спектру, базирующиеся на распределении лучистой мощности по спектру света лампы накаливания, солнечного света и дневного света, которые создают ощущение белого света при отсутствии возможности одновременного сравнения их друг с другом.

Международная комиссия по освещению МКО (CIE) приняла три источника белого света, используемые для измерений и расчетов, которые для СССР в рамках ГОСТ 7721-61 определены так:

источник *А* — воспроизводящий условия *искусственного освещения* электрическими лампами накаливания и определяемый, как источник с таким же относительным спектральным распределением плотности потока излучения в видимой области спектра (от 400 до 700 *нм*), как и у абсолютно черного тела при температуре 2854 К;

источник *В* — воспроизводящий условия освещения *прямым солнечным светом* и определяемый, как источник с таким же относительным спектральным распределением плотности потока излучения в видимой области спектра (от 400 до 700 *нм*), как и у абсолютно черного тела при температуре 4800 К ;

источник *С* — воспроизводящий условия освещения *рассеянным дневным светом* и определяемый, как источник с таким же относительным спектральным распределением плотности потока излучения в видимой области спектра (от 400 до 700 *нм*), как и у абсолютно черного тела при температуре 6500 *К*.

В качестве источников *В* и *С* применяется газополная лампа накаливания с вольфрамовой нитью, представляющая собой при определенном для нее режиме питания источник *А* и снабженная светофильтром, обеспечивающим получение излучения с характеристиками, соответствующими источникам *В* или *С*. Эти светофильтры могут быть

составлены из трех наложенных друг на друга пластинок цветного стекла марки СЗС17, ПС5 и ПС14, взятых в соответствующих толщинах.

Кроме того, в сенситометрии при испытании фотографических слоев применяются:

источник белого света с цветовой температурой 3200 К, используемый при испытаниях позитивных пленок и цветных пленок, предназначенных для экспонирования при свете ламп накаливания. Этот источник света получают, применяя источник *А* со светофильтром из стекол ПС14 и СЗС17;

источник белого света с цветовой температурой 5500 К (по рекомендации Международной организации стандартизации ISO), используемый при испытаниях фотографических слоев, предназначенных для экспонирования при дневном свете. Этот источник света получают, применяя источник *А* со светофильтром из цветных стекол ПС5, ПС14 и СЗС8;

Равноэнергетический источник белого света *E*, имеющий одинаковую мощность излучения для всех длин волн в пределах видимой части спектра, является гипотезическим.

ОСНОВНЫЕ СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ

Световой поток — мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит на человеческий глаз.

Световой поток пропорционален мощности лучистой энергии с учетом спектральной чувствительности глаза.

Единицей для измерения светового потока, обозначаемого буквой *F* или *Ф*, является *люмен* (*лм*). 1 *лм* — световой поток, излучаемый с поверхности абсолютно черного тела площадью 0,5305 *мм*² при температуре затвердевания платины (2046 К).

Сила света — пространственная плотность светового потока, определяемая отношением светового потока к телесному (пространственному) углу, в пределах которого он распространяется и равномерно распределяется.

Вершина телесного угла совпадает со световым центром источника света. Простейшим телесным углом является угол, образованный конической поверхностью. Под величиной *телесного угла* понимают отношение площади сферической поверхности *S*, на которую опирается центральный телесный угол ω, к квадрату радиуса сферы *r*:

$$\omega = \frac{S}{r^2}.$$

За единицу телесного угла принят такой центральный телесный угол, который вырезает на поверхности сферы участок площадью, равной квадрату радиуса сферы. Эта единица телесного угла называется *стерадианом* (*ср*). Сумма телесных углов вокруг точки составляет 4π стерадианов, т. е. 12,57 *ср*.

Для перехода от плоского угла 2α при вершине конуса к телесному ω можно применять формулу:

$$\omega = 2\pi(1 - \cos\alpha).$$

Конус с телесным углом 1 *ср* имеет плоский угол при вершине около 65,5° .

Сила света *I* количественно выражается, как

$$I = \frac{F}{\omega}.$$

Единицей для измерения силы света является *кандела* (*кд*). 1 *кд* — сила света точечного источника в тех направлениях, в которых он испускает световой поток 1 *лм*, одинаково распространенный внутри телесного угла 1 *ср*.

По определению IX Генеральной конференции по мерам и весам: «Кандела — это такая сила света, при которой яркость абсолютно черного тела при температуре затвердевания платины равна 60 канделам с квадратного сантиметра».

Оба определения не противоречат друг другу и являются различными лишь формально, в зависимости от того, что принято исходной величиной — световой поток или сила света.

Освещенность — поверхностная плотность светового потока, падающего на освещаемую поверхность.

При равномерном распределении светового потока *F* в пределах поверхности *S* освещенность *E* определяется, как

$$E = \frac{F}{S}.$$

Единицей для измерения освещенности является *люкс* (*лк*). 1 *лк* — освещенность поверхности, которая получает одинаково распределенный по ней световой поток 1 *лм* на площадь 1 *м*².

В некоторых странах (Англия, США и др.), пока еще полностью не перешедших на метрическую систему, за единицу освещенности принимают *фут-канделу* (foot candle). Освещенность в 1 *фут-кд* имеет такая поверхность, у которой на 1 кв. фут падает равномерно распределенный световой поток в 1 *лм*:

1 *фут-кандела* = 10,764 *лк*.

Связь между освещенностью *E*, силой света *I* точечного источника в данном направлении и расстоянием *l* от освещаемой поверхности до источника света выражается соотношением:

$$E = \frac{I\cos\alpha}{l^2},$$

где α — угол падения света на освещаемую поверхность, т. е угол между направлением падения света на поверхность и перпендикуляром, восстановленным к поверхности в точке падения света.

При перпендикулярном падении света на освещаемую поверхность угол падения α равен нулю, а $\cos\alpha$ равен единице, и соотношение между освещенностью и силой света приобретает вид:

$$E = \frac{I}{l^2}$$

Освещенность вдоль луча света изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от места возникновения луча; это так называемый *закон квадратов расстояний*. Он строго справедлив лишь для светящейся точки.

Для пучка параллельных лучей освещенность не следует закону квадратов расстояний — она остается постоянной вдоль пучка.

Для источников света конечных размеров освещенность изменяется с расстоянием в зависимости от очертаний светящихся поверхностей и от распределения яркостей по ним.

Для осветительных приборов закон квадратов расстояний практически справедлив, начиная с некоторых рабочих расстояний, которые, как правило, определяются практическими измерениями и связываются с размерами выходного отверстия прибора.

Яркость поверхности в данном направлении — отношение силы света, излучаемого в данном направлении, к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению. Для равномерно яркой поверхности

$$B = \frac{I_\alpha}{S\cos\alpha},$$

где B — яркость поверхности (иногда обозначается L); I_α — сила света в данном направлении; α — угол между перпендикуляром к поверхности и данным направлением; S — площадь светящейся поверхности.

Иногда удобно пользоваться другим определением яркости, которое гласит, что яркость B какого-либо объекта равна отношению освещенности $E_{зр}$, создаваемой этим объектом на зрачке глаза, к телесному углу ω, в пределах которого глаз видит данный объект:

$$B = \frac{E_{зр}}{\omega}.$$

Яркость — единственная из световых величин, которую непосредственно воспринимает глаз, она не зависит от расстояния (при практическом отсутствии поглощения света в среде). Единицей для измерения яркости является *кандела с квадратного метра* (*кд/м²*)*.

1 *кд/м²* — яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в 1 *кд* с 1 *м²* поверхности.

* В литературе встречаются единицы яркости: *нит* (*нт*), численно равный *кд/м²*; стильб (*сб*), равный 10 000 *кд/м²*, а также и неметрические единицы, такие, как, например, *фут-ламберт*. Данные для численного перевода различных единиц яркости приведены в табл. VI-5.

При равномерном освещении диффузно отражающей поверхности отношение, связывающее яркость этой поверхности с ее освещенностью, будет иметь вид:

$$B = \frac{\rho E}{\pi},$$

где ρ — коэффициент отражения поверхности (см. стр 236).

Диффузно отражающая поверхность имеет одинаковую яркость во всех направлениях.

Часто в качестве единицы (нестандартной) для измерения и расчета яркости отражающих свет поверхностей применяется *апостильб* (*асб*).

1 *асб* — яркость абсолютно белой диффузно отражающей поверхности, имеющей освещенность, равную 1 *лк*:

$$1\ асб = \frac{1}{\pi}\ кд/м^2 = 0{,}318\ кд/м^2.$$

Для определения яркости диффузно отражающей поверхности в апостильбах достаточно умножить освещенность этой поверхности в люксах на ее коэффициент отражения.

В табл. VI-5 приведены соотношения между различными встречающимися в литературе единицами яркости.

Таблица VI-5

Переводные множители для различных единиц яркости

Единицы яркости	*кд/м²*	*асб*	*сб*	*лмбт*	*млмбт*	*ф-лмбт*	*кд/ф²*
Кандела/м²	1	3,14	0,0001	0,000314	0,3142	0,2919	0,0929
Апостильб	0,318	1	0,000032	0,0001	0,1	0,0929	0,0296
Стильб	10000	31416	1	3,14	3142	2919	929
Ламберт	3183	10000	0,318	1	1000	929	296
Миллиламберт	3,18	10	0,000318	0,001	1	0,929	0,296
Фут-ламберт	3,43	10,764	0,000343	0,0011	1,0764	1	0,318
Кандела/ф²	10,764	33,82	0,0011	0,0034	3,382	3,14	1

Количество освещения (экспозиция) — произведение освещенности на время освещения:

$$H = Et.$$

Единицей для измерения количества освещения является *люкс-секунда* (*лк·с*).

1 *лк·с* — количество освещения, создаваемое освещенностью 1 *лк* в течение 1 *с*.

Световая отдача (источника света) — отношение полного светового потока, излучаемого источником света, к его полной мощности:

$$\eta = \frac{F}{P}\ .$$

Единицей для измерения световой отдачи является *люмен на ватт* (*лм/Вт*).

1 *лм/Вт* — световая отдача такого источника света, который на 1 *Вт* потребляемой полной мощности излучает световой поток 1 *лм*.

Иногда в потребляемую мощность включают кроме мощности, потребляемой самим источником света, также и мощность, потребляемую необходимыми для него дополнительными устройствами, такими, например, как балласт у газоразрядных источников света. Это позволяет более правильно сравнивать между собой различные источники света с позиций их экономичности.

ЭЛЕМЕНТЫ ЦВЕТОВЕДЕНИЯ

Цвет — характеристика зрительного ощущения, позволяющая наблюдателю распознавать качественные различия излучений, обусловленные разным спектральным составом света. Цветом источника света или предмета является характеристика светового стимула, создающая упомянутое зрительное ощущение.

Цветовой тон — свойство зрительного ощущения, определяемое словами: «синий», «зеленый», «желтый» и т. п. (см. табл. VI-1). Психофизиологически это свойство близко соответствует колориметрической величине — *доминирующая длина волны*.

Свет сложного спектрального состава имеет цветовой тон, зависящий от преобладания энергии тех или иных длин волн в излучении. Ориентировочно цветовой тон сложного излучения определяется доминирующей длиной волны, т. е. той длиной волны, которая расположена в центре тяжести кривой спектрального распределения энергии.

Насыщенность — свойство зрительного восприятия, позволяющее оценивать пропорцию чистого хроматического (спектрального или пурпурного) цвета, заключающуюся в полном цветовом ощущении. Психофизиологически это свойство близко соответствует колориметрической величине — *чистота цвета*.

В своей совокупности цветовой тон и чистота составляют качественную характеристику цвета, называемую *цветностью*.

Цветá, обладающие цветностью, называются *хроматическими*; цветá, лишенные цветности (чистота равна нулю), называются *ахроматическими*, или так называемыми *серыми*.

Светлота — свойство зрительного ощущения, вследствие которого тело кажется пропускающим или рассеивающим более или менее значительную часть падающего на него света. Психофизиологически это свойство близко соответствует фотометрической величине — *коэффициент яркости*.

Цвет полностью характеризуется цветовым тоном, чистотой и яркостью.

Почти все видимые цвета можно получить искусственно, смешивая в различных количествах и пропорциях три одних и тех же *основных цвета*. В качестве основных берутся три любых независимых цвета, т.е. таких, ни один из которых не может быть получен смешением двух остальных.

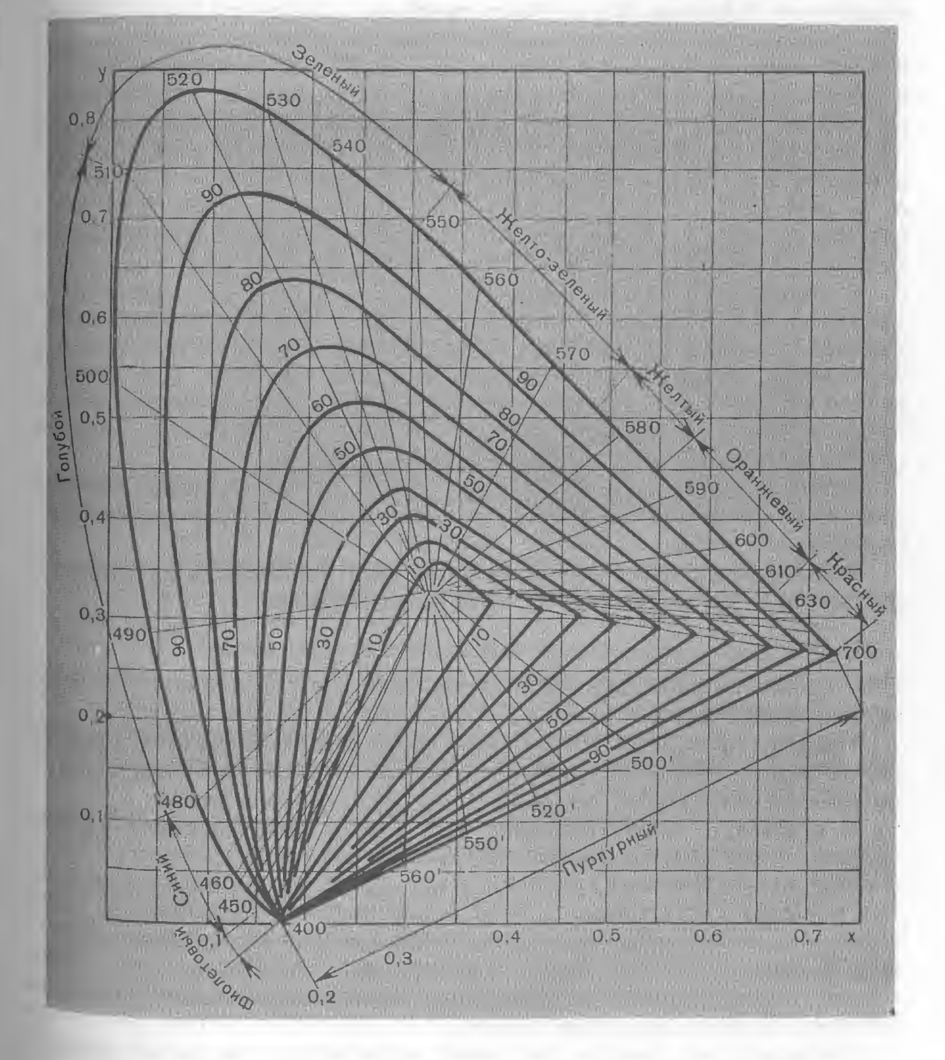


Рис. VI-3. Цветовой график в Международной колориметрической системе x, y, z

В Международной системе колориметрии выбраны цвета:
красный (R) с длиной волны 700 *нм*,
зеленый (G) с длиной волны 546,1 *нм*,
синий (B) с длиной волны 435,8 *нм*.

Взятые в определенных пропорциях с учетом спектральной чувствительности глаза, эти три цвета позволяют получить *белый цвет*. Пользуясь этим, можно построить цветовой равносторонний треугольник, в вершинах которого располагаются основные цвета R, G, B, в центре — белый цвет, а цвета, получаемые смешением двух из основных без участия третьего, располагаются по сторонам треугольника. Всякий цвет, получаемый сочетанием всех трех основных цветов, изобразится на диаграмме точкой, лежащей внутри треугольника. Однако в таком треугольнике умещаются не все реальные цвета и для определения некоторых из них, в частности чистых спектральных, пришлось бы использовать отрицательные коэффициенты у количеств R, G или B. Поэтому Международная комиссия по освещению ввела систему условных, связанных с R, G, B цветов X, Y, Z, при использовании которых получается цветовой график, показанный на рис. VI-3.

В середине графика расположен белый цвет E, вдоль линии спектральных цветов указаны длины волн в нанометрах. На прямых, соединяющих белый цвет E с спектральными цветами, располагаются цвета, получаемые смешением спектральных цветов с белым, т. е. цвета с разной чистотой. Для облегчения расчетов на графике нанесены кривые линии одинаковой чистоты цвета от 10 до 90%; последнее значение (100%) находится на кривой спектральных цветов.

Вдоль прямой линии чистых пурпурных цветов указаны значения длин волн (со штрихом) цветов, дополнительных к соответствующим пурпурным цветам.

Колориметрические приборы позволяют определить координаты цветности x, y и z, которые в сумме равны единице:

$$x + y + z = 1.$$

Откладывая на цветовом графике значения x и y, находят точку цветности данного цвета.

Проводя прямую из точки белого цвета E через найденную точку до пересечения с линией спектральных цветов, находят цветовой тон λ, а по кривым одинаковых значений чистоты — чистоту цвета.

В советской кинематографии для оценки спектрального состава освещения при цветной киносъемке применяется его характеристика по *цветофотографическому балансу*. Этот способ основан на определении соотношения эффективных энергий в трех цветофотографических зонах спектра, т. е. в зонах, соответствующих кривым спектральной чувствительности трех слоев цветной негативной кинопленки (рис. VI-4). Соответствующие спектральные зоны характеризуются доминирующими длинами волн 416, 545 и 637 *нм*.

Спектральный состав освещения характеризуется двумя коэффициентами цветофотографического баланса в виде двух отношений:

$$\alpha = \frac{P_{\text{эфф. син}}}{P_{\text{эфф. кр}}},$$

$$\beta = \frac{P_{\text{эфф. зел}}}{P_{\text{эфф. кр}}}.$$

Для каждого цвета можно подобрать такой другой цвет, в смеси с которым он дает белый цвет*. Такие цвета называются *взаимно дополнительными*. Примерами подобных комбинаций являются, например, пары, используемые в цветном фотографическом процессе: синий и желтый, зеленый и пурпурный, красный и голубой.

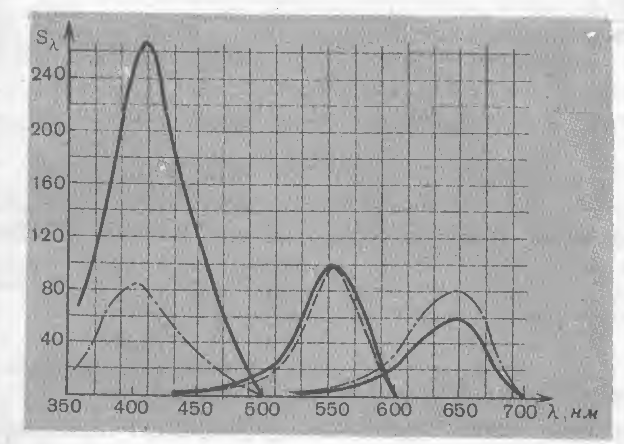


Рис. VI-4. Кривые спектральной чувствительности слоев цветной негативной кинопленки: ЛН — сплошная кривая, ДС — пунктирная кривая

При смешивании недополнительных цветов между собой получаются новые, насыщенность которых меньше, чем у смешиваемых цветов, и тем меньше, чем ближе комбинация смешиваемых цветов к взаимно дополнительным.

В табл. VI-6 приведены цвета смесей некоторых цветов по два.

СВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

1. ОТРАЖЕНИЕ, ПОГЛОЩЕНИЕ И ПРОПУСКАНИЕ СВЕТА

Если пучок лучей света на своем пути встречает какую-либо среду, отличающуюся от той, в которой он распространялся, то при его вступлении в эту среду помимо известного преломления лучей обычно происходит весьма существенное изменение светового потока.

* Речь идет о смешении излучений, а не красок.

Таблица VI-6

Цвета́ смесей цветов по два

1-й цвет / 2-й цвет	Желтый	Зеленовато-желтый	Зеленый	Голубовато-зеленый	Голубой	Синий	Фиолетовый
Красный	Оранжевый	Золотисто-желтый	Белесовато-желтый	Белый	Беловато-розовый	Темно-розовый	Пурпурный
Оранжевый	—	Желтый	Желтый	Беловато-желтый	Белый	Бело-розовый	Темно-розовый
Желтый	—	—	Зеленовато-желтый	Беловато-зеленый	Беловато-зеленый	Белый	Беловато-розовый
Зеленовато-желтый	—	—	—	Зеленый	Беловато-зеленый	Беловато-зеленый	Белый
Зеленый	—	—	—	—	Голубовато-зеленый	Аквамариновый	Беловато-синий
Голубовато-зеленый	—	—	—	—	—	Аквамариновый	Аквамариновый
Голубой	—	—	—	—	—	—	Синий

У границы слоя S (рис. VI-5) происходит зеркальное отражение части лучей O. Направление этих лучей составляет с перпендикуляром к поверхности слоя угол i, равный углу, образованному падающими

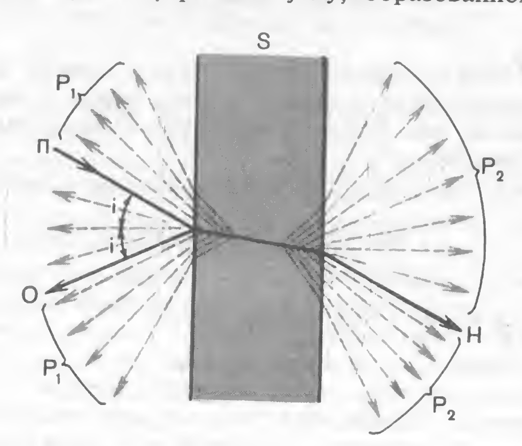


Рис. VI-5. Взаимодействие пучка лучей со слоем вещества

лучами Π («угол падения равен углу отражения»), и лежит в одной плоскости с перпендикуляром и падающими лучами.

Световой поток в падающем пучке Π равен $F_{\text{пад}}$. В направленно отраженном пучке поток равен $F_{\text{н. отр}}$.

Отношение

$$\rho_r = \frac{F_{\text{н. отр}}}{F_{\text{пад}}}$$

называется *коэффициентом направленного,* или *зеркального, отражения.*

Значение коэффициента ρ_r зависит от материала слоя и от угла падения пучка i. Для большей части веществ (стекла, воды, льда и др.) коэффициент ρ_r увеличивается с углом i и только для полированного металла он практически одинаков при всех углах падения.

Световой поток, который не отразился от поверхности, т. е. $F_{\text{пад}} - F_{\text{н. отр.}}$, входит в слой и вступает во взаимодействие с веществом.

Возникают два новых явления:

а) поглощение света с превращением его энергии в новые виды (тепловую, химическую). Если поглощенный световой поток F_α, то отношение

$$\alpha = \frac{F_\alpha}{F_{\text{пад}}}$$

называется *коэффициентом поглощения*;

б) рассеяние света по всем направлениям в результате взаимодействия с частицами вещества. Рассеянный свет выходит из слоя S наружу, причем часть его P_1 выходит в сторону, откуда падает свет Π, а другая часть P_2 — с противоположной стороны пластинки.

Если световой поток P_1 обозначить через $F_{\text{р. отр.}}$, то отношение

$$\rho_d = \frac{F_{\text{р.отр}}}{F_{\text{пад}}}$$

называется *коэффициентом рассеянного,* или *диффузного, отражения.* Раньше для этого коэффициента применяли термин *альбедо,* т. е. «белизна», так как, чем больше света рассеивает пластинка, тем она кажется белее. В настоящее время термин альбедо в научной литературе не применяется.

Световой поток P_2 обозначают через $F_{\text{р. пр}}$, и отношение

$$\tau_d = \frac{F_{\text{р. пр}}}{F_{\text{пад}}}$$

называется *коэффициентом рассеянного,* или *диффузного, пропускания.*

Часть пучка света пройдет сквозь слой без изменений (за исключением двукратного преломления у границ слоя) и выйдет наружу в виде пучка H, параллельно падающему пучку Π. Его световой поток, обозначаемый через $F_{\text{н. пр.}}$, отнесенный к $F_{\text{пад}}$,

$$\tau_r = \frac{F_{н.\,пр}}{F_{пад}},$$

называется *коэффициентом направленного пропускания.*

Сумма коэффициентов направленного и рассеянного отражения:

$$\rho = \rho_r + \rho_d,$$

носит название *коэффициента отражения.*

Сумма коэффициентов направленного и рассеянного пропускания:

$$\tau = \tau_r + \tau_d,$$

носит название *коэффициента пропускания.*

Сумма коэффициентов отражения, поглощения и пропускания для каждого данного тела равна единице:

$$\rho + \alpha + \tau = 1,$$

а рассмотренные выше составляющие светового потока в сумме равны падающему световому потоку:

$$F_{н.\,отр} + F_{\alpha} + F_{р.\,отр} + F_{р.\,пр} + F_{н.\,пр} = F_{пад}.$$

Редко бывает, чтобы все пять составляющих преобразованного средой потока одновременно играли существенную роль.

Если пропущенные световые потоки $F_{н.\,пр}$ и $F_{р.\,пр}$ равны нулю, то слой *непрозрачен.*

Если направленно пропущенный световой поток $F_{н.\,пр} = 0$, но рассеянный поток $F_{р.\,пр}$ проходит, то слой называется *просвечивающим.* К просвечивающим материалам относятся, например, бумага, ткани, матовое и молочное стекло и др.

Если рассеяние ничтожно мало, т. е. $F_{р.\,пр}$ близок к нулю, а направленный свет проходит, то слой называется *прозрачным.* К прозрачным материалам относятся, например, стекло, чистая вода, другие жидкости.

В последнем случае и отражаемый рассеянно световой поток $F_{р.\,отр}$ исчезающе мал, а направленно отражаемый световой поток $F_{н.\,отр}$ может оказаться существенным. Коэффициент направленного отражения у прозрачных тел зависит от показателя преломления n и угла падения света на поверхность. При перпендикулярном падении света формула Френеля для определения коэффициента отражения такого слоя имеет вид:

$$\rho = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2.$$

Для некоторых материалов в табл. VI-7 приведены данные о показателе преломления и коэффициенте отражения.

Последняя формула и табл. VI-7 действительны для случая, когда вещество находится в пустоте ($n=1$) или в воздухе, у которого показатель преломления очень близок к единице ($n=1{,}000292$). Если

Таблица VI-7

Связь между показателем преломления и коэффициентом отражения

Вещество	Показатель преломления, n	Коэффициент отражения, ρ
Лед	1,31	0,018
Вода	1,33	0,020
Спирт этиловый	1,36	0,023
Кварц плавленый	1,46	0,035
Глицерин	1,47	0,036
Органическое стекло	1,49	0,039
Бензол	1,50	0,040
Стекло легкое (крон)	1,50—1,53	0,040—0,044
Кварц кристаллический	1,55	0,047
Стекло тяжелое (флинт)	1,57—1,62	0,043—0,056
Стекло тяжелое (тяжелый флинт)	1,65—1,75	0,060—0,075
Алмаз	2,42	0,172

показатель преломления обеих граничащих сред отличается от единицы, то коэффициент направленного отражения на границе сред определяется относительным показателем преломления:

$$\rho_r = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1}\right)^2,$$

и оказывается ниже, чем для случая вступления луча в среду из пустоты или воздуха*.

Зависимость коэффициента направленного отражения описанного типа от угла падения луча на поверхность раздела воздух — стекло ($n=1{,}6126$) показана на рис. VI-6.

Можно видеть, что до углов падения 45—50° влиянием угла падения можно практически пренебречь.

Показатель преломления в пределах видимого спектра от длины волны изменяется сравнительно мало, поэтому практически неизменным остается и монохроматический коэффициент отражения ρ_λ. Этим объясняется отсутствие изменений цвета лучей света, отражаемых цветными стеклами.

Рассмотренное направленное отражение прозрачных веществ часто называют *стеклянным отражением.*

Для непрозрачных веществ интерес представляют направленно отраженный и рассеянно отраженный световые потоки $F_{н.\,отр}$ и $F_{р.\,отр}$. Если $F_{р.\,отр} = 0$, то отражение называется *металлическим* (полирован-

* Стекло, погруженное в жидкость с таким же показателем преломления, становится невидимым, так как не отражает света.

Рис. VI. Кривая зависимости коэффициента отражения угла падения луча на поверхность раздела воздух — стекло

ные металлы). В отличие от стеклянного отражения коэффициент отражения здесь практически не зависит от угла падения луча света, но отражательная способность может довольно сильно зависеть от длины волны.

Вещество, которое отражает свет только рассеянно ($F_{н.\ отр.} = 0$), называют *матовым*, или *диффузно отражающим*.

Если оба световых потока — направленно отраженный и рассеянно отраженный $F_{н.\ отр.}$ и — играют заметную роль, то отражение называют *смешанным*; оно характерно для так называемых *глянцевых* предметов — эмали, глазурованного фарфора, лакированного дерева, молока, полированного камня.

Существенно важно соотношение между рассеянными потоками $F_{р.\ отр.} + F_{р.\ пр}$ и поглощенным потоком F_{α}. Если преобладает рассеяние, то материал оказывается светлым, белым (пар, облака, мел). Если преобладает поглощение, то вещество будет темным (тушь, каменноугольный дым, сажа).

В некоторых случаях, например при определении пропускания проявленных фотографических слоев или светофильтров, пользуются понятием оптической плотности *D*.

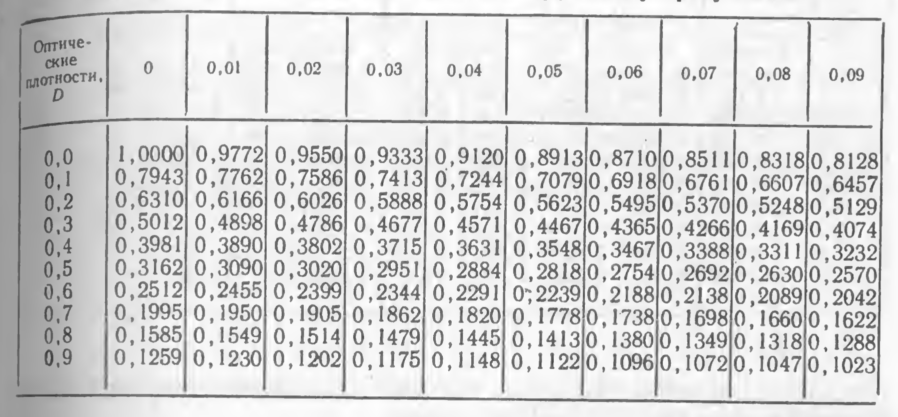
Оптическая плотность — десятичный логарифм величины, обратной коэффициенту пропускания:

$$D = \lg \frac{1}{\tau}.$$

В табл. VI-8 приведены величины для перевода значений оптической плотности в соответствующие им значения коэффициента пропускания.


Таблица VI-8

Переход от оптической плотности *D* к коэффициенту пропускания τ



Оптические плотности, *D*	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	1,0000	0,9772	0,9550	0,9333	0,9120	0,8913	0,8710	0,8511	0,8318	0,8128
0,1	0,7943	0,7762	0,7586	0,7413	0,7244	0,7079	0,6918	0,6761	0,6607	0,6457
0,2	0,6310	0,6166	0,6026	0,5888	0,5754	0,5623	0,5495	0,5370	0,5248	0,5129
0,3	0,5012	0,4898	0,4786	0,4677	0,4571	0,4467	0,4365	0,4266	0,4169	0,4074
0,4	0,3981	0,3890	0,3802	0,3715	0,3631	0,3548	0,3467	0,3388	0,3311	0,3232
0,5	0,3162	0,3090	0,3020	0,2951	0,2884	0,2818	0,2754	0,2692	0,2630	0,2570
0,6	0,2512	0,2455	0,2399	0,2344	0,2291	0,2239	0,2188	0,2138	0,2089	0,2042
0,7	0,1995	0,1950	0,1905	0,1862	0,1820	0,1778	0,1738	0,1698	0,1660	0,1622
0,8	0,1585	0,1549	0,1514	0,1479	0,1445	0,1413	0,1380	0,1349	0,1318	0,1288
0,9	0,1259	0,1230	0,1202	0,1175	0,1148	0,1122	0,1096	0,1072	0,1047	0,1023

Пользование таблицей: в вертикальном столбце под обозначением *D* даны оптические плотности с интервалом 0,1; в верхнем горизонтальном ряду — с интервалом 0,01, под ними — коэффициенты пропускания.

Каждая единица оптической плотности уменьшает значение коэффициента пропускания τ в десять раз.

Пример.

D	τ	τ %
0,63	0,2344	23,4
1,63	0,0234	2,3
2,63	0,0023	0,2
3,63	0,0002	0,02

Часто оказывается необходимым определить по известному коэффициенту пропускания величину оптической плотности. Для облегчения этой операции приведена табл. VI-9. Здесь в вертикальном столбце под обозначением τ даны коэффициенты пропускания с интервалом 0,1; в верхнем горизонтальном ряду — с интервалом 0,01, под ними — оптические плотности.

При измерении оптических плотностей почернений проявленного фотографического слоя в зависимости от условий измерения могут быть получены различные результаты. Это явление, обязанное особенностям строения фотографического слоя (непрозрачные зерна металлического серебра, распределенные в прозрачной желатине), известно

Таблица VI-9

Переход от коэффициента пропускания τ к оптической плотности D

Коэффициент пропускания τ	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	∞	2	1,699	1,523	1,398	1,301	1,222	1,155	1,100	1,046
0,1	1,00	0,959	0,921	0,886	0,854	0,824	0,796	0,769	0,745	0,721
0,2	0,699	0,678	0,657	0,638	0,620	0,602	0,585	0,569	0,553	0,537
0,3	0,523	0,509	0,495	0,481	0,468	0,456	0,444	0,432	0,420	0,409
0,4	0,398	0,387	0,377	0,367	0,357	0,347	0,337	0,328	0,319	0,310
0,5	0,301	0,292	0,284	0,276	0,268	0,260	0,252	0,244	0,237	0,229
0,6	0,222	0,215	0,208	0,201	0,194	0,187	0,180	0,174	0,168	0,151
0,7	0,155	0,149	0,143	0,137	0,131	0,125	0,119	0,114	0,108	0,102
0,8	0,097	0,092	0,086	0,081	0,076	0,070	0,066	0,060	0,055	0,051
0,9	0,046	0,041	0,036	0,031	0,027	0,022	0,018	0,013	0,009	0,004

под названием *эффекта Каллье,* который характеризует собой степень рассеяния света фотографическим слоем.

Принято различать:

регулярную оптическую плотность $D_{\parallel}$ — оптическую плотность почернения, освещаемого параллельным световым пучком, при условии учета лишь той доли прошедшего сквозь почернение пучка, которая не изменила своего направления:

$$D_{\parallel} = \lg \frac{1}{\tau_r},$$

интегральную оптическую плотность D_{Σ} — оптическую плотность почернения, освещаемого параллельным световым пучком, при условии учета всего прошедшего сквозь почернение пучка:

$$D_{\Sigma} = \lg \frac{1}{\tau}$$

диффузную оптическую плотность $D_{\#}$ — оптическую плотность почернения, освещаемого идеально рассеянным световым пучком.

Для одного и того же почернения проявленного фотографического слоя

$$D_{\parallel} > D_{\#}$$

и отношение регулярной оптической плотности к диффузной оптической плотности того же почернения

$$Q = \frac{D_{\parallel}}{D_{\#}}$$

называется *коэффициентом Каллье.*

Помимо рассмотренных случаев чисто направленного, чисто рассеянного и смешанного отражения или пропускания света материалами часто встречается *направленно-рассеянное отражение* или, соответственно, *пропускание света.* Эти случаи являются частными случаями *чисто рассеянного* (диффузного) *отражения* или *пропускания света.*

При чисто рассеянном (диффузном) отражении или пропускании световой поток, падающий в пределах небольшого телесного угла, отражается или пропускается в пределах телесного угла, равного 2π (рис. VI-7). Яркость поверхности, отражающей или пропускающей свет, постоянна по всем направлениям полупространства и не зависит от направления падения света на поверхность. Принято говорить, что эта поверхность подчиняется *закону Ламберта.*

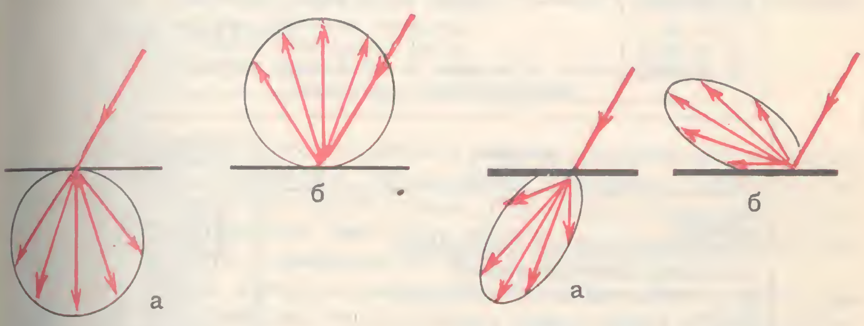


Рис. VI-7. Рассеянное пропускание *(а)* и отражение *(б)* света

Рис. VI-8. Направленно - рассеянное пропускание *(а)* и отражение *(б)* света

При направленно-рассеянном отражении или пропускании света отраженный или пропущенный световой поток концентрируется в телесном угле, большем, чем телесный угол, в котором распространялся падающий световой поток, причем направление оси телесного угла отраженного или пропущенного потока соответствует закону зеркального отражения или направленного пропускания (рис. VI-8).

Направленно-рассеянно отражающая или пропускающая поверхность имеет яркость, различную в различных направлениях. Для учета действительного распределения яркости введено понятие о *коэффициенте яркости* r_{α}, являющемся отношением фактической яркости B_{α} отражающей или просвечивающей поверхности в заданном направлении, определяемом углом α, к яркости B_i идеально рассеивающей и абсолютно отражающей ($\rho = 1$) или пропускающей ($\tau = 1$) поверхности, имеющей ту же освещенность:

$$r_{\alpha} = \frac{B_{\alpha}}{B_i}.$$

Для направленно-рассеянно отражающих поверхностей, таких, как, например, окрашенные алюминиевой краской, коэффициент яркости в

направлении максимального отражения колеблется от 2—3 до 6—8; у структурных альзакированных поверхностей отражателей киноосветительных приборов коэффициент яркости составляет 4—8; у экрана фронтпроекции он доходит до 500—800. Направленно-рассеивающие пропускающие материалы, такие, как, например, матированные стекла, могут иметь коэффициенты яркости от 3—4 до 8—12 при грубой матировке и до 80—100 при тонкой матировке; материалы для экранов рирпроекции имеют коэффициенты яркости в пределах от 2—3 до 5—6.

Для чисто диффузной поверхности коэффициент яркости одинаков для всех направлений и численно равен коэффициенту отражения или, соответственно, коэффициенту пропускания.

В табл. VI-10, VI-11, VI-12 приведены световые характеристики некоторых материалов, применяемых в качестве отражателей осветительных приборов, отражательных подсветов, экранов и др.

Таблица VI-10

Коэффициенты отражения полированных металлов (направленное отражение)

Материал	Коэффициент отражения
Серебро	0,93—0,95
Стеклянное зеркало, посеребренное	0,80—0,85
Алюминий, альзакированный	0,93
Алюминий, напыленный в вакууме	0,95
Родий	0,74
Никель	0,70
Хром	0,62
Олово, белая жесть	0,65—0,69

Таблица VI-11

Коэффициенты отражения матированных металлов (направленно-рассеянное отражение)

Материал	Коэффициент отражения
Стеклянное зеркало с химической матировкой	0,80—0,82
Матированный альзак-алюминий	0,72—0,82
Алюминиевая пудра в лаке (экранные материалы)	0,70—0,75
Алюминиевая краска на нитролаке	0,50—0,60

Важную роль в технологии съемочного освещения играют светорассеивающие и светопоглощающие просвечивающие материалы, применяемые для изготовления насадок на осветительные приборы.

К таким материалам относятся светорассеивающие стекла (глушеные и матированные), некоторые пластикаты и ткани.

Таблица VI-12

Коэффициенты отражения практически диффузно отражающих материалов

Материал	Коэффициент отражения
Окись магния	0,96
Сернокислый барий	0,95
Окись цинка	0,95
Двуокись титана	0,93
Эмаль светотехническая белая (на базе алюмината цинка):	
теплостойкость 100°С — № 2	0,85—0,90
теплостойкость 225°С — № 11	0,85
теплостойкость 125°С — № 15	0,85—0,90
Бело-матовый экранный материал	0,80—0,87
Матовая белая фарфоровая эмаль	0,65—0,82
Белая клеевая краска	0,65—0,70

Глушеные (молочные) *силикатные стекла* содержат микрочастицы белого пигмента, показатель преломления которого отличается от показателя преломления самого стекла. Глушеные стекла могут быть сплошными и накладными. Они часто обладают и направленным пропусканием света, что отличает их от матированных стекол.

Рассеяние света *матированными стеклами* зависит от характера матирования поверхности, от показателя преломления и практически не зависит от толщины.

Пленочные рассеиватели (пластикаты), рассеивая, как глушеные стекла, могут также иметь матированную поверхность. Их термостойкость обычно невелика.

Ткани, практически не обладая рассеивающими свойствами, применяются в качестве поглотителей. Необходимо указать, что величины τ, ρ и α матированных стекол несколько изменяются в зависимости от ориентировки матированного слоя. Так, если матированный слой обращен к источнику света, то коэффициент пропускания τ несколько повышается, а коэффициенты отражения ρ и поглощения α соответственно уменьшаются. Обычно, однако, ориентировку матированных стекол выбирают, исходя из условий обеспечения минимального загрязнения матированного слоя.

В табл. VI-13 и VI-14 приведены сводные данные по светотехническим характеристикам материалов и естественных образований.

2 СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОТРАЖАЮЩИХ И ПРОПУСКАЮЩИХ СВЕТ МАТЕРИАЛОВ

Большинство материалов отражает или пропускает свет *селективно*, т. е. не одинаково для световой энергии различных длин волн. Отражательная способность поверхности для каждой длины волны характе-

Таблица VI-13

Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения света различными материалами, применяемыми в качестве рассеивателей и поглотителей

Материал	Коэффициент пропускания, τ	Коэффициент отражения ρ	Коэффициент поглощения α	Толщина слоя материала, мм	Степень рассеяния
Стекло прозрачное бесцветное	0,89—0,91	0,08	0,01—0,02	1,0—3,0	Нет
Стекло узорчатое бесцветное	0,57—0,90	0,08—0,24	0,02—0,04	3,2—5,9	Средняя
Стекло бесцветное, матированное песком	0,72—0,85	0,15—0,12	0,03—0,16	1,8—4,4	Слабая
Стекло бесцветное, матированное кислотой	0,75—0,89	0,09—0,13	0,02—0,12	1,3—3,7	Слабая
Стекло глушеное сплошное	0,10—0,66	0,30—0,75	0,04—0,28	1,3—6,1	Сильная
Стекло глушеное накладное	0,45—0,55	0,40—0,50	0,04—0,06	1,5—2,0	Сильная
Стекло опаловое	0,60	0,29	0,11	2,5	Средняя
Стекло органическое глушеное	0,53	0,32	0,15	3,0	Сильная
Аркозоль	0,75	—	—	0,2—0,3	Средняя
Эксцельсиор	0,6	—	—	0,2—0,3	Средняя
Стеклоткань	0,6	—	—	0,3—0,5	Средняя
Калька лавсан (ДХЗ)	0,4	—	—	0,2—0,3	Средняя
Калька лавсан (Шостка)	0,75	—	—	0,2—0,3	Средняя
Марля белая	0,6—0,8	—	—	—	Нет
Ткань хлопчатобумажная белая	0,50—0,60	0,30—0,35	0,08—0,10	—	Нет
Шелк белый	0,60—0,65	0,35—0,40	0,01—0,02	—	Нет

ризуется определенной постоянной величиной, называемой *спектральным коэффициентом отражения* ρ_λ, показывающим, какая доля падающей лучистой энергии с этой длиной волны отражается. Точно так же характеризуются *спектральным коэффициентом пропускания* τ_λ свойства среды в отношении пропускания ею света.

У нейтрально-серых (в том числе черных и белых) поверхностей и пропускающих свет сред величины ρ_λ и τ_λ практически не изменяются в зависимости от длины волны.

Цвет поверхности или пропускающей свет среды зависит не только от спектральных коэффициентов отражения или пропускания, но и от спектрального состава света.

Для оценки спектральных свойств материалов строятся *спектральные характеристики* отражения или пропускания света этими материалами, представляющие собой кривые, построенные в прямоугольной системе координат, у которой по оси абсцисс отложены длины волн

Таблица VI-14

Коэффициенты отражения часто встречающихся поверхностей объектов съемки

Отражающая поверхность	Коэффициент отражения	Отражающая поверхность	Коэффициент отражения
Снег свежевыпавший	0,99	Песок красный	0,10
Снег средней свежести	0,90	Песок белый мокрый	0,08
Снег лежалый и тающий	0,60—0,80	Бетон	0,20—0,30
Бумага белая	0,75—0,85	Кирпич белый	0,35
Краска клеевая белая свежая	0,70—0,80	Кирпич красный	0,20
Краска масляная или эмалевая белая	0,58—0,65	Галька белая сухая	0,32
Краска клеевая белая несвежая	0,65—0,70	Шоссе сухое	0,32
Алюминий оксидированный	0,70—0,75	Дорога грунтовая сухая	0,20—0,21
Алюминиевая краска	0,50—0,60	Булыжная мостовая сухая	0,20
Ткань полотняная белая	0,55—0,70	Шоссе мокрое	0,11
Шелк белый	0,35—0,40	Мостовая асфальтовая сухая	0,10—0,12
Ткань хлопчатобумажная белая	0,30—0,35	Булыжная мостовая мокрая	0,09
Ткани темные (серые и цветные)	0,05—0,08	Мостовая асфальтовая мокрая	0,07
Кожа человека светлая	0,35—0,40	Почва полевая сухая	0,10—0,15
Кожа лица, в среднем	0,30	Почва полевая мокрая	0,06—0,08
Кожа человека смуглая	0,25	Лес лиственный в осеннем уборе (желтый)	0,15
Стены светлых тонов в среднем	0,30	Солома	0,15
Тес сосновый свежий	0,50	Степь желтая сухая	0,10
Тес старый, посеревший	0,14	Жнивье	0,10
Бревенчатая стена	0,20	Трава свежая	0,07—0,10
Крыша деревянная (дранка)	0,15	Лес лиственный зеленый	0,07—0,12
Известняк светлый	0,40	Лес хвойный	0,04—0,07
Песок белый сухой	0,35	Моховое болото	0,05
Песок желтый сухой	0,15	Пахота чернозем сухой	0,03—0,05
		Пахота чернозем сырой	0,02
		Черная бумага	0,04—0,06
		Черное сукно, шерсть	0,04—0,05
		Черный бархат	0,005—0,04
		Сажа	0,002—0,04

видимого света, иногда с частичным включением зон ультрафиолетового (короче 400 *нм*) и инфракрасного (длиннее 700 *нм*) излучения. По оси ординат откладываются значения спектрального коэффициента отражения или пропускания, в некоторых случаях они выражаются в значениях оптической плотности.

Приведение всего многообразия спектральных характеристик отражения и пропускания всех возможных материалов, встречающихся в практике работы кинооператора, невозможно, поэтому в Справочнике приведены данные лишь по наиболее характерным материалам: некоторым природным образованиям, металлам, цветным стеклам и краскам.

ПРИРОДНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Результаты измерений спектральных коэффициентов яркости различных природных образований позволили В. Н. Кринову разработать спектрофотометрическую классификацию этих природных образований.

Все полученные спектральные кривые разбиты по их характеру на три класса, каждый из которых в свою очередь подразделен на три-четыре типа.

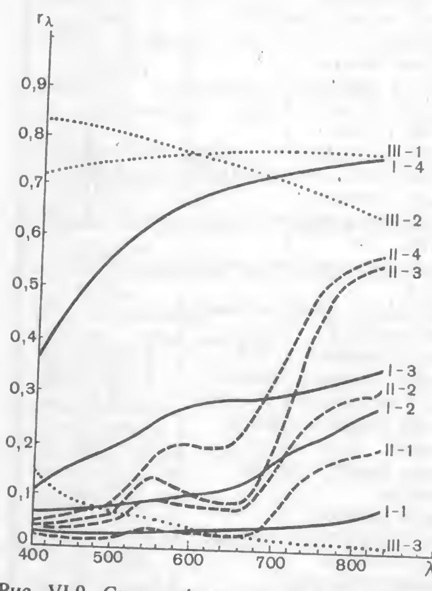


Рис. VI-9. Спектрофотометрическая классификация природных образований

К л а с с I объединяет кривые, постепенно поднимающиеся от фиолетового к красному концу спектра. Кривые этого класса характерны для различных обнажений, почв, строений, а также для разнообразных засохших растительных покровов.

К л а с с II объединяет кривые, обладающие максимумом отражения λ около 560 *нм*, и повышенной отражательной способностью во всей инфракрасной области спектра. Кривые этого класса характерны для растительных образований в период вегетации.

К л а с с III объединяет кривые, противоположные кривым класса I, т. е. имеющие подъем в направлении от красного к фиолетовому концу спектра. Кривые этого класса характерны для снегового покрова и водной поверхности. К этому же классу относятся также кривые с практически нейтральным распределением по спектру.

На рис. VI-9 приведены типовые кривые для всех классов.

МЕТАЛЛЫ

Полированные металлы, применяемые в качестве *отражателей* осветительных приборов и так называемых *отражательных подсветов*, весьма селективно отражают световую энергию различных длин волн. С увеличением длины волны коэффициент отражения обычно возрастает, в ультрафиолетовой области отражательная способность часто сильно падает, особенно это заметно у серебра; в инфракрасной части спектра коэффициент отражения у таких металлов, как серебро, никель, медь, золото, практически одинаков и при длинах волн 9—14 *мкм* составляет 0,96—0,99. Только у алюминия он несколько ниже — 0,88—0,90.

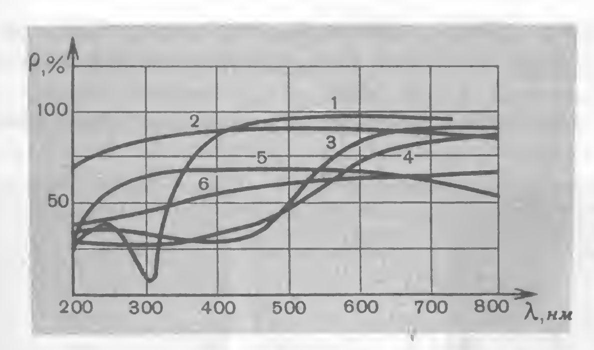


Рис. VI-10. Спектральные характеристики отражения полированных металлов: *1* — серебро; *2* — алюминий; *3* — золото; *4* — медь; *5* — хром; *6* — никель

На рис. VI-10 показаны спектральные характеристики отражения полированных металлов в интервале длин волн от 200 до 800 *нм*.

ЦВЕТНЫЕ СТЕКЛА

Типы стекол

Отечественная промышленность выпускает большое количество различных типов цветных стекол, которые используются в технике киносъемки. Особенно большое применение находят цветные стекла в специальных видах киносъемки, используемых при создании научных и учебных фильмов и для научно-технических исследований.

В настоящем разделе Справочника приведены некоторые данные по характеристикам цветных стекол.

Каждому стеклу присвоена марка, состоящая из двух или трех букв и номера. Первая или две первые буквы являются начальными буквами наименования цвета, а последняя, одинаковая для всех стекол буква С, является начальной буквой слова «стекло». Таким образом, СС1 означает «синее стекло первое», а СЗС14 — «сине-зеленое стекло четырнадцатое».

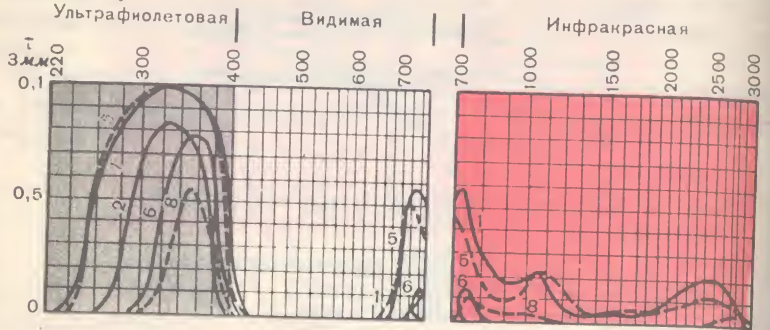
Группы стекол по цветам имеют следующие наименования: ультрафиолетовые (УФС), фиолетовые (ФС), синие (СС), сине-зеленые (СЗС), зеленые (ЗС), желто-зеленые (ЖЗС), оранжевые (ОС), красные (КС), инфракрасные (ИКС), пурпурные (ПС), нейтральные (НС), темные (ТС) и белые стекла (БС).

Характеристики некоторых цветных стекол

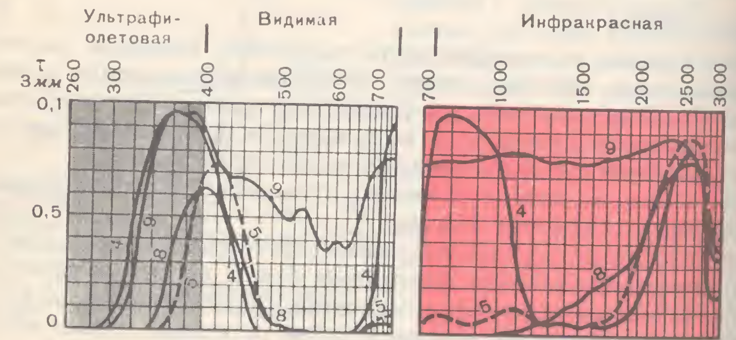
Черные ультрафиолетовые стекла УФС1, УФС2, УФС5, УФС6, УФС8 (рис. VI-11)*. Стекла применяются в основном при научной киносъемке для выделения определенных областей ультрафиолетовой части

* Здесь и далее на кривых пропускания стекол буквенные обозначения опущены и сохранены только цифровые обозначения.

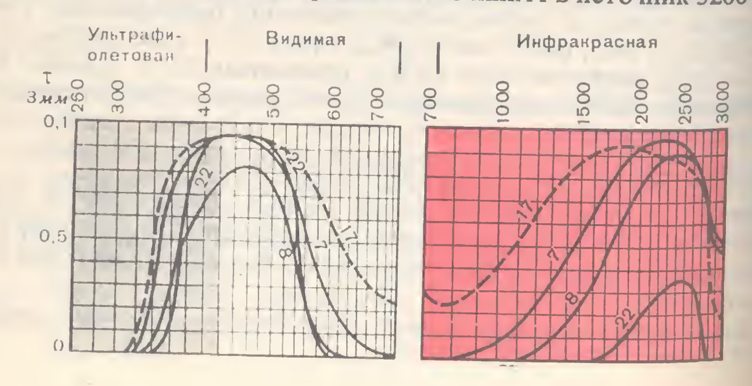
спектра. Стекло УФС8, термически устойчивое, используется также и на осветительных приборах при люминесцентной комбинированной киносъемке.



Синие стекла СС4, СС5, СС8, СС9 (рис. VI-12). Стекла СС4 или СС8 применяются в копировальных аппаратах цветной аддитивной печати; СС5 — при трехцветной аддитивной проекции; СС9 — используется как компенсационный ЛН-ДС (3200—5500 К).

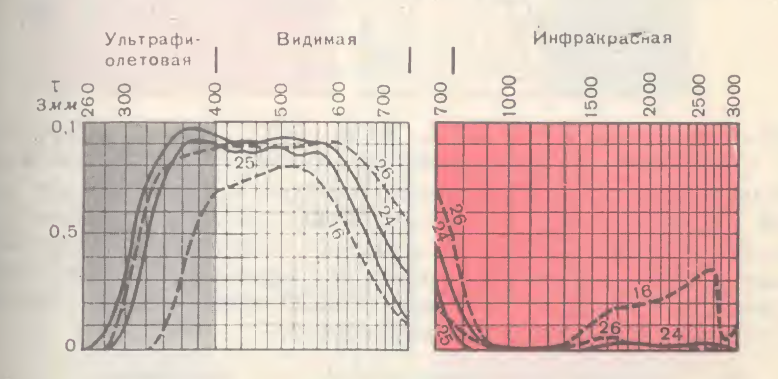


Сине-зеленые стекла СЗС7, СЗС8, СЗС17, СЗС22 (рис. VI-13). Стекло СЗС17 с фильтром ПС14 превращает источник *А* в источник 3200 К, а с

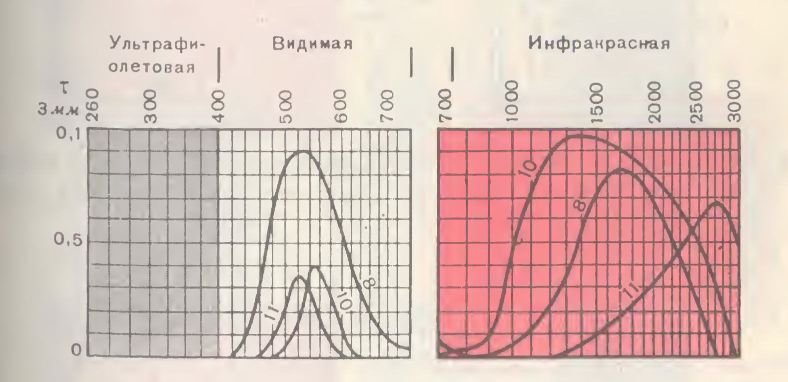


фильтрами ПС5 и ПС14 — источник *А* в источник *В* (4800 К) или *С*(6500 К) Стекло СЗС8 с фильтрами ПС5 и ПС14 превращает источник *А* в источник дневного света (5500 К), в источник 15 000 К (северное небо) или в «космический» солнечный свет (свет вне атмосферы). Стекло СЗС22 вместе с ФС7 — сенситометрический синий.

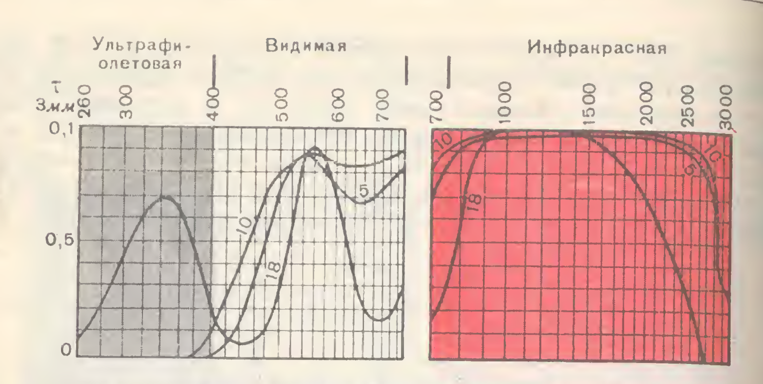
Сине-зеленые стекла СЗС16, СЗС24, СЗС25, СЗС26 (рис. VI-14). Теплозащитные стекла. Стекло СЗС16 термически устойчивое.



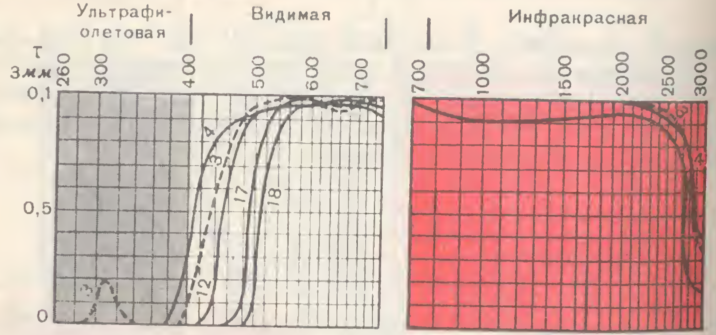
Зеленые стекла ЗС8, ЗС10, ЗС11 (рис. VI-15). ЗС8 при толщине 1,9 *мм* в комбинации с ЖЗС18 (2,1 *мм*) приводит кривую чувствительности селенового фотоэлемента к кривой спектральной чувствительности глаза. ЗС10 выделяет область 500—600 *нм*. ЗС11 — применяется при трехцветной аддитивной проекции.



Желто-зеленые стекла ЖЗС5, ЖЗС10, ЖЗС18 (рис. VI-16). ЖЗС5 и ЖЗС10 при черно-белой съемке «высветляют» зелень при «притемнении» неба; ЖЗС18 при толщине 2,1 *мм* в комбинации с ЗС8 (1,9 *мм*) приводит спектральную чувствительность селенового фотоэлемента к кривой спектральной чувствительности глаза.



Желтые стекла ЖС3, ЖС4, ЖС12, ЖС17, ЖС18* (рис. VI-17). ЖС3 при черно-белой съемке снижает влияние слабой дымки; ЖС4 — поглощает ультрафиолетовую часть спектра, в частности при черно-белой съемке в горах; ЖС12 — «слабый желтый» светофильтр при черно-белой съемке; ЖС17 — «средний желтый» при черно-белой съемке; ЖС18 — «плотный желтый» при черно-белой съемке; сенситометрический желтый; в комбинации с СЗС22 применяется в копировальных аппаратах цветной аддитивной печати.

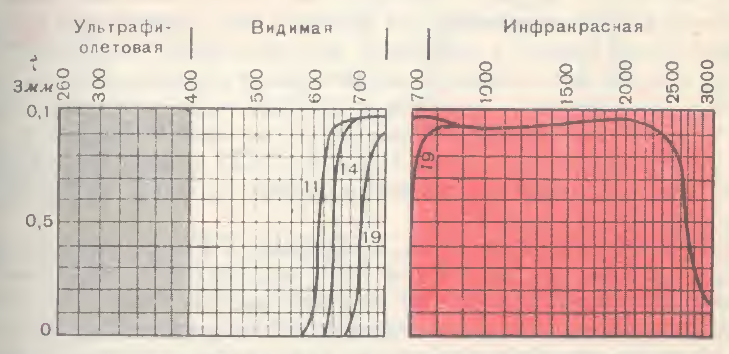


Оранжевые стекла ОС5, ОС6, ОС12, ОС14 (рис. VI-18). ОС5 (толщиной 1 *мм*) или ОС6 (толщиной 2 *мм*) — компенсационные свето-

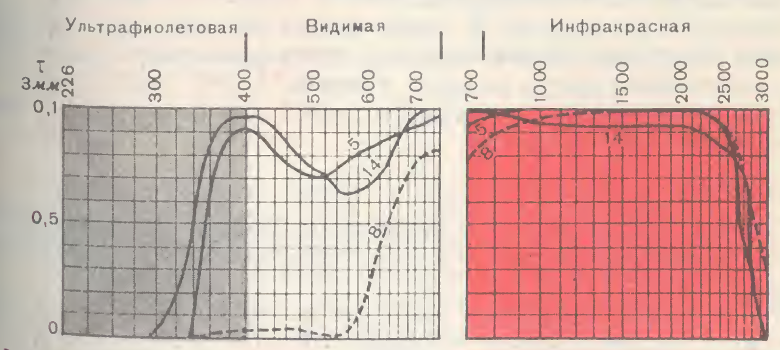
* На рис. VI-17 для стекол ЖС12, ЖС17 и ЖС18 — кривые для толщины 5 *мм*.

фильтры для цветной натурной съемки на пленке типа ЛН; ОС12 — «средний оранжевый» светофильтр при черно-белой съемке; ОС14 — «плотный оранжевый» при черно-белой съемке.

Красные стекла КС11, КС14, КС19 (рис. VI-19). КС11 используется в копировальных аппаратах цветной аддитивной печати; «слабый красный» светофильтр — при черно-белой съемке и при трехцветной аддитивной проекции; КС14 — сенситометрический красный светофильтр; «плотный красный» светофильтр — при черно-белой съемке; КС19 — выделяет области 700—2800 *нм*.



Пурпурные стекла ПС5, ПС8, ПС14 (рис. VI-20). ПС5 в комбинации с ПС14 и СЗС17 превращает источник *A* в источники *B* и *C* и источник дневного света 5500 К; комбинации ПС5, ПС14 и СЗС8 превращают источник *A* в источник 15 000 К (северное небо) или в «космический» солнечный свет; ПС8 поглощает область 500—550 *нм*.



Инфракрасные стекла ИКС служат для избирательного выделения зон инфракрасного излучения, в основном при научной киносъемке. Нейтральные стекла НС используются для равномерного по всему видимому спектру ослабления света. Белые стекла БС применяются для получения избирательного пропускания излучения в разных зонах ультрафиолетовой части спектра, в основном при научной киносъемке. Стекла БС11, БС14 и БС15 пропускают и инфракрасное излучение.

Некоторые свойства цветных стекол

От варки к варке спектральные свойства цветных стекол несколько изменяются. Допустимые отклонения нормируются ГОСТом 9411-66 и Техническими условиями. Для точных расчетов, например, комбинированных светофильтров, преобразующих нормированное распределение энергии или цветовую температуру одних источников света в другие, необходимо определять характеристики стекол путем непосредственных измерений.

Под влиянием нагрева спектральное поглощение многих стекол изменяется, а при охлаждении, как правило, восстанавливается. Общим для всех стекол является смещение при нагревании коротковолновой границы и полос поглощения в область более длинных волн, размывание полос поглощения и увеличение плотности в минимумах. В некоторых случаях эти изменения весьма значительны. Например, оптическая плотность стекол типа СЗС20—СЗС25 в зоне минимального пропускания инфракрасных лучей при нагреве до 400°С падает приблизительно в два раза.

Граница поглощения желтых, оранжевых и красных стекол при повышении температуры на каждые 100°С смещается на 10—15 *нм*. Особенно сильно смещается граница у темно-красных стекол. Это следует учитывать при использовании стекол для светофильтров на источниках света.

У некоторых стекол, в частности марок УФС, под влиянием длительного ультрафиолетового облучения может изменяться их спектральное поглощение в ультрафиолетовой части спектра в сторону увеличения. Специальной термообработкой можно прозрачность этих стекол восстановить почти полностью.

Стекла изготовляются в виде плиток стандартных размеров 40×40 и 80×80 *мм* разной толщины; по специальному заказу могут быть изготовлены другие размеры и формы.

Технические условия на качество стекол для большинства марок установлены ГОСТом 9411-60.

КРАСКИ

При совместной работе с художником фильма по декорациям и костюмам кинооператор встречается с необходимостью оценки свойств различных красок.

В табл. VI-15 приведены основные данные по цветам наиболее часто встречающихся красок. Сведения относятся к цвету выкрасок на бумаге клеевыми красками.

На рис. VI-21 приведены спектральные характеристики отражения некоторых непрозрачных красок.

При смешивании различных непрозрачных красок обычно получаются цвета, которые в какой-то степени можно предвидеть. В табл. VI-16 приведены данные о результатах смещения некоторых из наиболее часто встречающихся красок по две.

Таблица VI-15

Характеристики цветов некоторых красок

Название краски	Цветовой тон λ, *нм*	Чистота, %	Светлота ρ
Крапп-лак (кармин) средний	Пурпурный	50,0	0,06
Кадмий красный	620	60,0	0,16
Киноварь красная	610	97,5	0,15
Мумия	600	41,0	0,19
Охра жженая светлая	598	45,0	0,21
Кадмий желтый средний	589	75,0	0,52
Охра светлая	584	40,0	0,53
Хромовая зеленая	530	48,0	0,19
Кобальт зеленый темный	530	50,0	0,09
Зеленая изумрудная	520	60,0	0,06
Кобальт синий	463	70,0	0,12
Ультрамарин синий	460	78,0	0,05
Кость жженая	—	—	0,04

Табл. VI-16 может служить целям лишь самой общей ориентировки, так как словесное определение цветов крайне неточно. Краски одного и того же наименования бывают несколько различными по цвету и цвет красочной смеси зависит от пропорций смешения красок. Тем не менее кинооператору она может оказаться полезной при обсуждении с художником эскизов декораций фильма.

Наибольшее количество разных цветов получается из крапп-лака (кармина), желтого кадмия (хрома) и берлинской лазури. Художники часто называют эти краски основными. К ним также следует отнести белила, так как белый цвет получить из смеси (субтрактивной) каких бы то ни было иных красок нельзя.

КИНОГРИМЫ

Основным объектом съемки в художественном и хроникальном кинематографе является человек и, в частности, его лицо.

Поверхность сухой кожи человека отражает свет практически диффузно. Коэффициент отражения белой кожи лица колеблется в пределах от 0,2 до 0,4 и составляет в среднем 0,3 при спектральной характеристике отражения, подобной показанной на рис. VI-22.

Для получения естественного тона и цвета лица, скрытия дефектов кожи и создания определенных внешних образов в художественном кинематографе применяются гримировальные краски, представляющие собой смеси различных пигментов в жидкой или вязкой жировой основе и наносимые на открытые участки поверхности кожи актеров слоями различной толщины.



Рис. VI-21. Спектральные характеристики отражения некоторых непрозрачных красок

Таблица VI-16

Смешение красок

Цвет краски	Крапп-лак (кармин)	Киноварь красная	Сиена жженая	Кадмий (хром) оранжевый	Охра желтая	Кадмий (хром) желтый средний	Зеленая изумрудная	Ультрамарин синий	Берлинская лазурь	Черная
Черная	Темный, красновато-коричневый, с легким фиолетовым оттенком	Бордо	Темно-коричневый	Темный желто-коричневый, слегка зеленоватый	Темный серовато-коричневый, слегка зеленоватый	Темный желто-зеленоватый, мутный	Темный серовато-голубовато-зеленый	Почти черный, с синеватым оттенком	Темный синий, зеленоватого оттенка	Черный
Берлинская лазурь	Темный лиловый	Темный красновато-коричневый с фиолетовым оттенком	Очень темный коричневый с оливковым оттенком	Бутылочный	Серовато-зеленый	Зеленый	Голубовато-зеленый, бирюзовый	Синий	Синий небесного оттенка, слегка зеленоватый	—
Ультрамарин синий	Фиолетовый	Коричневато-красно-фиолетовый	Темный коричневый, с вишневым оттенком	Серо-желтый коричневатый	Серовато-желтовато-зеленый	Мутный желтовато-зеленый	Несколько мутновато-бирюзоватый	Синий, слегка фиолетового оттенка	—	—
Зеленая изумрудная	Почти серый	Почти серый	Коричневато-серовато-зеленоватый	Мутный зеленоватый	Мутный зеленоватый	Желто-зеленый	Зеленый голубоватого оттенка	—	—	—
Кадмий (хром) желтый средний	Розовато-желтовато-коричневый	Оранжевый	Желто-коричневый	Желтый оранжеватый	Желтый	Желтый, слегка лимонного оттенка	—	—	—	—
Охра желтая	Розовато-коричневатый	Коричневато-оранжевый	Желто-коричневый мутный	Желто-оранжевый, коричневатый	Песочно-желтый	—	—	—	—	—
Кадмий (хром) оранжевый	Красновато-оранжевый	Оранжевый	Оранжево-коричневатый	Желтовато-оранжевый	—	—	—	—	—	—
Сиена жженая	Красно-коричневый	Красно-кирпичный	Коричневый, красноватого оттенка	—	—	—	—	—	—	—
Киноварь красная	Красный	Красный алый	—	—	—	—	—	—	—	—
Крапп-лак (кармин)	Красный, пурпурного оттенка	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Киностудией «Мосфильм» разработаны и выпускаются следующие гримы, используемые на всех киностудиях СССР:

Гримы для съемки цветных фильмов:

общие тона (фоновой грим) имеют номера от 101 (самый светлый) до 110 (самый темный), 113 и 121, а также 125, 126, 127, 128, 131, 137, 141, 146 — для съемки при свете ламп накаливания (несколько более холодного тона);

оттеняющие краски имеют номера от 14 до 26: 14 — белая; 15 — желтая; 16 — серая; 17 — красная; 18 — светло-коричневая; 19 — темно-коричневая; 20 — темно-синяя; 21 — черная; 22 — зеленая; 23 — серо-зеленая; 24 — голубая; 25 — светло-синяя; 26 — серебряная;

морилка (жидкая краска для тела) имеет номера от 101 до 111 и 125, 126 — для съемки при свете ламп накаливания. С такими же номерами выпускаются прессованный и эмульсионный гримы;

дермографические карандаши имеют номера от 1 до 6 следующих цветов: 1 — красный; 2 — алый; 3 — зеленый; 4 — синий; 5 — коричневый; 6 — черный;

губная помада имеет номера 130 (самый светлый), 133, 135 и 138 (самый темный) нескольких различных цветовых тонов;

тушь для ресниц — синяя, коричневая, черная, белая;

пудра бесцветная.

Гримы для съемки черно-белых фильмов:

общие тона (фоновой грим) имеют номера от 1 (самый светлый) до 12 (самый темный) и 13 (специальный тон);

морилка (жидкая краска для тела) имеет номера от 1 до 12 и 13 (специальный тон).

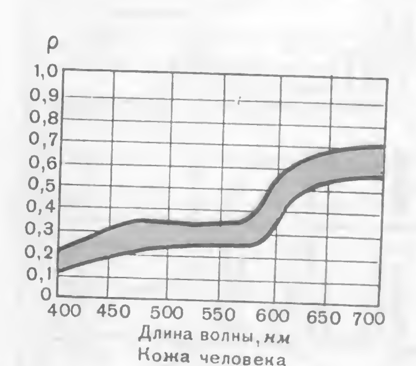


Рис. VI-22. Спектральные характеристики отражения белой кожи лица

Оттеняющие краски, дермографические карандаши, губная помада, тушь для ресниц и пудра такие же, как и для цветных фильмов.

Кроме перечисленных изделий выпускаются: гуммоз, имитация крови, сандарачный лак, лак для зубов, лак для губ, лак для подтяжки носа, лак для закрепления прически, паста для заделки дефектов кожи, паста для небритости, паста для старческой фактуры, бланкет для вытравливания волос, краска для недельной окраски волос.

РАЗДЕЛ VII

ИСТОЧНИКИ СВЕТА И ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

Основными видами искусственных источников света, применяемых при киносъемках, являются: электрическая угольная дуга, лампы накаливания и газоразрядные лампы

Основные *электрические характеристики* источника света: род тока, рабочее напряжение, сила тока или потребляемая мощность, схема включения.

Основные *световые характеристики*: величина светового потока, световая отдача (светоотдача), характер светораспределения в пространстве, спектральная характеристика, срок службы.

Большое значение имеют *эксплуатационные характеристики*, такие, как продолжительность разгорания, стабильность, бесшумность, безопасность, рабочее положение, наличие или отсутствие необходимости в принудительном охлаждении и т. п.

Величина светового потока источника света характеризуется количеством люменов, отдаваемых источником в нормальных условиях. Значения светового потока указываются, как средние величины для номинального напряжения или силы тока, на которые рассчитан источник света.

Светоотдача — показатель экономичности источника света и характеризуется отношением его светового потока к потребляемой им электрической мощности. Светоотдача выражается в *люменах на ватт* (*лм/Вт*).

Источник света в различных направлениях обычно излучает свет различной интенсивности. Когда светораспределение источника света

представляется для какой-либо плоскости, например горизонтальной или вертикальной, графически в системе прямоугольных или, чаще, полярных координат, сила света в определенных направлениях обозначается векторами, концы которых соединяются плавной кривой, носящей название *кривой светораспределения*. Источник света помещается в начале координат.

Спектральные свойства источника света чаще всего определяются кривой распределения энергии по спектру, т. е. *спектральной характеристикой*; для некоторых «температурных» источников света — *цветовой температурой* (см. стр. 222).

В отечественной кинематографии применяется разработанный НИКФИ метод оценки спектральных свойств источников света по *цветофотографическому балансу* с использованием двух коэффициентов, а для «температурных» источников света — по *цветографической температуре* (см. стр. 351).

Срок службы характеризуется *средней продолжительностью горения*, которая является средним арифметическим из продолжительностей горения ламп из одной партии; по законам статистики около половины ламп перегорают ранее установленного срока, а вторая половина ламп служит дольше. Обычно завод-изготовитель также гарантирует, что ни одна из ламп не должна при правильной эксплуатации перегорать ранее какого-то обусловленного срока, несколько более короткого (около 70%), чем средняя продолжительность горения.

Для некоторых ламп указывается срок службы, за время которого световой поток снижается не более чем на 20 или 25% от номинального; для других, например металлогалогенных, ламп, критерием является изменение цветовой температуры не более чем на какую-то заранее оговоренную величину.

Для электрической угольной дуги срок службы условно характеризуется *скоростью сгорания углей*.

Для источников света, применяемых в прожекторах и проекторах, важной световой характеристикой является *величина яркости*, которая пока еще часто выражается в меганитах (*Мнт*), т. е. $кд/м^2 \cdot 10^6$. Обычно указывается величина максимальной яркости, т. е. яркости наиболее сильно светящегося участка (конечных размеров) источника света; для ламп накаливания приводится величина *средней габаритной яркости*, определяемой, как частное от деления силы света лампы в направлении, перпендикулярном к светящемуся телу, на площадь габарита, включающего данное тело.

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УГОЛЬНАЯ ДУГА

Исторически первым искусственным источником света, использованным для киносъемочного освещения, была *электрическая угольная дуга*, представляющая собой электрический разряд между двумя угольными электродами в воздухе. Особенность электрической угольной дуги, как и всякого газоразрядного источника света, в том, что при увеличении силы тока ее сопротивление уменьшается, т. е. ее вольтамперная характеристика является падающей. Это предопределяет необходимость использования балласта, т. е. последовательно включаемого сопротивления.

Для киносъемочного освещения в настоящее время применяется исключительно дуга высокой интенсивности постоянного тока.

Дугой высокой интенсивности называют особый вид пламенной угольной дуги, положительный уголь которой содержит в фитиле соли металлов группы редких земель (чаще всего фтористый церий). Основными факторами, обеспечивающими эффект высокой интенсивности, т. е. увеличение яркости кратера положительного угля в три-пять раз (в среднем) по сравнению с яркостью кратера так называемой *простой угольной дуги*, являются:

повышенная плотность тока в положительном угле;

соответствующее взаимное расположение положительного и отрицательного углей;

вращение (у мощных дуг) положительного угля вокруг его оси с целью получения правильной формы кратера;

удержание разряда на торцевой части положительного угля.

Плотность тока в положительном угле высокой интенсивности составляет у киносъемочных дуг 0,7—0,85 $А/мм^2$. Угол наклона отрицательного угля к оси горизонтального положительного угля находится в пределах 35—60°.

Вращение положительного угля в киносъемочных дугах высокой интенсивности осуществляется со скоростью от 7—8 до 14—16 *об/мин*. Для обеспечения хорошего электрического соединения с вращающимся положительным углем последний не имеет омеднения, и ток к нему подводится близко от его рабочего конца через массивные токопроводящие щетки («щечки») с радиаторными ребрами для обеспечения необходимого естественного охлаждения.

Кратер положительного угля дуги высокой интенсивности имеет повышенную глубину и в процессе горения дуги заполняется парами соединений редких земель, которые под влиянием электрического разряда люминесцируют. На спектр люминесценции накладывается спектр температурного излучения раскаленного тела положительного угля. В результате спектр излучения дуги высокой интенсивности оказывается непрерывным, но имеет пики в отдельных спектральных зонах. Наиболее резко выраженным является так называемый *пик циана* с преобладающим излучением в области длин волн 390—410 *нм*. При установке на осветительные приборы с угольными дуговыми лампами специального компенсационного слабого желтого светофильтра (например, ДБ-ДС, см. стр. 314), срезающего упомянутый пик, излучение дуги высокой интенсивности становится довольно близким к среднему дневному свету с цветовой температурой 5000—5500 К.

Добавление в состав фитиля угля некоторых веществ, в частности солей кальция, позволяет получить так называемую *желтопламенную* (в отличие от обычной, белопламенной) дугу высокой интенсивности.

Кинопрожекторы с желтопламенными углями используют при цветных павильонных съемках на пленках типа ЛН совместно с осветительными приборами с лампами накаливания. Применение в этих случаях желтопламенных углей КСЖ с компенсационными светофильтрами ДЖ-ЛН (см. стр. 314), срезающими нежелательные пики излучения, несколько более выгодно с точки зрения снижения потерь, чем использование белопламенных углей КСБ с более плотными компенсационными светофильтрами ДБ-ЛН (стр. 314). Учитывая, однако, крайне редкое применение дуговых осветительных приборов в павильонах (в основном для эффектов или в очень больших декорациях при нехватке мощных кинопрожекторов с лампами накаливания), на многих советских киностудиях предпочитают пользоваться лишь одним типом углей КСБ, предназначенных для натурных съемок, устанавливая на приборы соответствующие светофильтры.

Световые характеристики дуги высокой интенсивности зависят от силы тока в цепи дуги. Так, при уменьшении силы тока на 10% от номинального значения яркость центральной зоны кратера может снизиться на 15—25%. Одновременно с изменением яркости несколько изменяется и спектральное распределение энергии излучения — при снижении силы тока увеличивается излучение в синей части спектра и уменьшается в зеленой, оранжевой и красной частях.

Световая отдача белопламенной дуги высокой интенсивности очень велика и составляет, без учета потерь мощности на необходимом балластном сопротивлении, 60—65*лм/Вт*.

Комплекты киносъемочных углей, выпускаемых и применяемых в СССР, имеют обозначения, состоящие из трех букв: первые две — КС — означают «киносъемочные»; третья — Б или Ж — соответственно «белопламенные» или «желтопламенные»; следующие затем цифры: первая — диаметр положительного угля в миллиметрах, вторая — диаметр отрицательного угля в миллиметрах, после черточки — номинальная сила тока в амперах. Характеристики этих углей приведены в табл. VII-1.

Несмотря на ряд эксплуатационных недостатков, к которым можно отнести, например, относительно невысокую стабильность, возможность возникновения шумов, выделение газов, пожарную опасность, необходимость питания постоянным током, необходимость индивидуального обслуживания, на сегодня электрическая угольная дуга остается единственным массовым источником света для киносъемочного освещения на дневных натурных съемках цветных кинофильмов. Этому способствует большая близость спектральной характеристики ее излучения к спектральной характеристике дневного света, а также легкая возможность создания осветительных приборов с большой мощностью в единице оборудования.

Только, возможно, металлогалогенная или, менее вероятно, ксеноновая лампа после устранения их специфических эксплуатационных недостатков окажутся конкурентноспособными и вытеснят угольную дугу из фильмопроизводства.

Таблица VII-1

Номинальные характеристики киносъемочных углей

Обозначение комплекта	Марка и характеристика угля: +	Марка и характеристика угля: —	Режим горения: сила тока, *А*	Режим горения: напряжение, *В*	Яркость центр. зоны диаметром 2 *мм*, *Мнт*	Скорость сгорания, *мм/ч*: +	Скорость сгорания, *мм/ч*: —	Кинопрожекторы, в которых угли применяются
КСБ16/11-150	+КСБ16-150 белопламенный, неомедненный, вращающийся	—КС11-150 неомедненный, невращающийся	150	67	500	250	100	КПД-50, КПД-90
КСБ16/14-225	+КСБ16-225 белопламенный, неомедненный, вращающийся	—КС14-225 омедненный, невращающийся	225	70	650	600	120	«Пламя-60» (КПДО-60), «Пламя-87» (КПД-87)
КСЖ16/11-150	+КСЖ16-150 желтопламенный, неомедненный, вращающийся	—КС11-150 неомедненный, невращающийся	150	52	300	200	100	КПД-50, КПД-90
КСЖ16/11-170	+КСЖ16-170 желтопламенный, неомедненный, вращающийся	—КС11-170* неомедненный, невращающийся	170	55	300	250	130	КПД-50, КПД-90
КСЖ16/14-225	+КСЖ16-225 желтопламенный, неомедненный, вращающийся	—КС14-225 омедненный, невращающийся	225	65	500	400	120	«Пламя-60» (КПДО-60) «Пламя-87» (КПД-87)

* В комплекте может использоваться также уголь —КС12-170 с меньшей скоростью сгорания. Все положительные угли имеют длину 550 *мм*; отрицательные угли —КС11-150 и —КС11-170—250 *мм*; —КС14-225—210 *мм*.

2. ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

В технике киносъемочного освещения применяется большое количество различных типов ламп накаливания. Их можно разделить на две большие группы: лампы накаливания обычного типа в стеклянных колбах и галогенные лампы накаливания в малогабаритных кварцевых колбах.

В обоих типах ламп накаливания светящимся телом является вольфрамовая проволока, раскаленная проходящим по ней электрическим током. Нить накала помещена внутри прозрачной колбы, заполненной инертным газом, не вступающим в соединение с вольфрамом; обычно это смесь азота и аргона, иногда применяется криптон или ксенон. Газ задерживает испарение раскаленной вольфрамовой нити; чем выше давление газа, тем меньше испарение и больше срок службы лампы.

У *обычных ламп накаливания* давление газа в колбе холодной лампы составляет 500—700 *мм рт. ст.*; при работе лампы оно возрастает до 850—900 *мм рт. ст.* Испаряющийся вольфрам оседает на внутренних стенках колбы лампы в виде темного налета, постепенно снижая их прозрачность. Колбы обычных ламп накаливания делают относительно больших размеров — это позволяет применять недорогое нетермостойкое стекло и несколько снизить почернение стекла изнутри частицами испарившегося вольфрама.

У *галогенных ламп накаливания*, ранее называвшихся *йодными*, в колбу введено небольшое количество галогена — йода или брома. Вольфрамовая нить лампы ничем не отличается от нити обычной лампы накаливания.

В процессе работы лампы вольфрам испаряется и химически соединяется с галогеном, образуя йодид или бромид вольфрама. Этот йодид или бромид не осаждается на горячих (около 600°C) стенках небольшой кварцевой колбы лампы, температура которой не должна быть ниже 250°C — в противном случае будет наблюдаться ее потемнение. Галогенид вольфрама мигрирует внутри колбы к раскаленным металлическим частям — нити, ее поддержкам, где он разлагается на галоген и вольфрам; последний оседает на металлических деталях, а галоген снова вступает в реакцию с частицами испаряющегося вольфрама. Цикл повторяется. Таким образом, колба лампы не темнеет. Кроме того, толстые стенки небольшой кварцевой колбы могут выдержать большое давление газа изнутри, а повышение его давления резко снижает испарение нити при той же температуре накала нити, что и у обычной лампы накаливания. Это позволяет добиться повышения срока службы лампы или при том же сроке службы повысить температуру накала нити и, следовательно, световую отдачу.

Сроки службы галогенных ламп накаливания в три-пять раз больше, чем у аналогичных ламп накаливания обычного типа.

Лампа накаливания с вольфрамовой нитью является единственным типом промышленных источников света, видимый спектр которых очень близок к спектру черного тела. Поэтому цветовая температура

достаточно точно характеризует собой распределение энергии ламп накаливания в видимой области спектра.

У большинства ламп накаливания, применяемых для киносъемочного освещения и имеющих цветовую температуру 3200—3250 К, световая отдача составляет 26—29 *лм/Вт*; неодинаковость световой отдачи, необходимой для получения одной и той же цветовой температуры, обязана в основном различиям в конструкции тела накала, которое может быть, например, в виде площадки из моноспиралей — моноспиральным линейным, биспиральным и др.

При повышении или понижении напряжения на данной лампе ее цветовая температура соответственно увеличивается или уменьшается. В пределах изменения напряжения ±25% от номинального соответственное изменение цветовой температуры для ламп, применяемых для киносъемочного освещения, составляет 12—14 К на 1% напряжения.

В процессе горения обычные негалогенные лампы накаливания снижают свою цветовую температуру на 0,3—0,8 К в час. Цветовая температура галогенных ламп накаливания в течение всего срока службы остается практически неизменной.

За пределами видимой области спектральный состав излучения лампы накаливания в стеклянной колбе значительно отличается от состава излучения черного тела, имеющего температуру, равную цветовой температуре данной лампы.

В ультрафиолетовой области излучение тела накала сильно поглощается стеклом колбы и круто обрывается на границе прозрачности стекла, т. е. около 350 *нм*.

В инфракрасной области стекло прозрачно до приблизительно 3000 *нм*, однако вследствие селективности излучения вольфрама инфракрасное излучение лампы накаливания в области 800—3000 *нм* на 10—20% слабее, чем у черного тела при одинаковой интенсивности излучения в видимой области спектра.

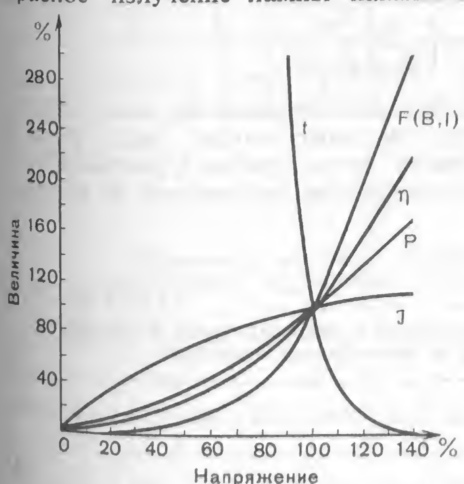


Рис. VII-1. Зависимость основных характеристик ламп накаливания от напряжения

Галогенные лампы накаливания в кварцевых колбах дают заметное излучение в пределах длин волн 220—3600 *нм*, величина его, однако, также отличается от излучения черного тела.

При изменении напряжения на лампе накаливания кроме изменения цветовой температуры происходит также изменение светового потока, потребляемой мощности силы тока, световой отдачи и срока службы лампы.

Зависимость изменения этих основных характеристик ламп накаливания от изменения напряжения показана на рис. VII-1.

Для ламп различных типов могут иметь место некоторые отклонения от приведенных на рисунке закономерностей, однако порядок величин и характер их изменения для всех ламп накаливания являются близкими.

Для ламп накаливания с номинальной цветовой температурой 3000—3300 K найдены следующие формулы, связывающие изменения их параметров с изменением напряжения. Эти формулы справедливы для интервала изменения напряжения в пределах 20—25% от номинального и дают ошибки, не превышающие ±5%.

Зависимость светового потока (силы света и яркости) от напряжения:

$$\frac{F}{F_{\text{ном}}} = \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}}\right)^{3,08}.$$

Зависимость мощности от напряжения:

$$\frac{P}{P_{\text{ном}}} = \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}}\right)^{1,58}.$$

Зависимость светоотдачи от напряжения:

$$\frac{\eta}{\eta_{\text{ном}}} = \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}}\right)^{1,5}.$$

Зависимость срока службы от напряжения:

$$\frac{t}{t_{\text{ном}}} = \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}}\right)^{-13}.$$

В табл. VII-2—VII-6 приведены рассчитанные по приведенным формулам значения (в процентах) светового потока (силы света и яркости), мощности, световой отдачи, срока службы и цветовой температуры ламп накаливания при отклонении напряжения их питания от номинального.

Таблица VII-2

Зависимость светового потока (силы света и яркости) лампы накаливания от напряжения (в % от номинальных значений)

Напряжение, %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Световой поток, %	41	50	61	72	85	100	116	134	153	175	200

Таблица VII-3

Зависимость потребляемой лампой накаливания мощности от напряжения (в % от номинальных значений)

Напряжение, %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Мощность, %	63	70	77	85	92	100	108	116	125	133	142

Таблица VII-4

Зависимость световой отдачи лампы накаливания от напряжения (в % от номинальных значений)

Напряжение, %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Световая отдача, %	65	72	78	85	92	100	108	115	123	131	140

Таблица VII-5

Зависимость срока службы лампы накаливания от напряжения (в % от номинальных значений)

Напряжение, %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Срок службы, %	4200	1820	825	395	190	100	53	29	16	9	5,5

Таблица VII-6

Зависимость цветовой температуры ламп накаливания с номинальной $T_{\text{цв}} = 3200$ K и $T_{\text{цв}} = 3250$ K от напряжения

Напряжение, %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Цветовая температура, K	2875	2940	3005	3070	3135	**3200**	3265	3330	3395	3460	3525
Цветовая температура, K	2925	2990	3055	3120	3185	**3250**	3315	3380	3445	3510	3575

Распределение светового потока лампы накаливания в пространстве зависит от формы и расположения тела накала. На рис. VII-2 приведена типичная кривая светораспределения в вертикальной плоскости кинопрожекторных ламп накаливания типа КПЖ или КГК с телом накала в виде площадки из вертикальных спиралей. На рис. VII-3 — такая же кривая, но для горизонтальной плоскости для линейных трубчатых галогенных ламп накаливания типа КГ с телом накала в виде

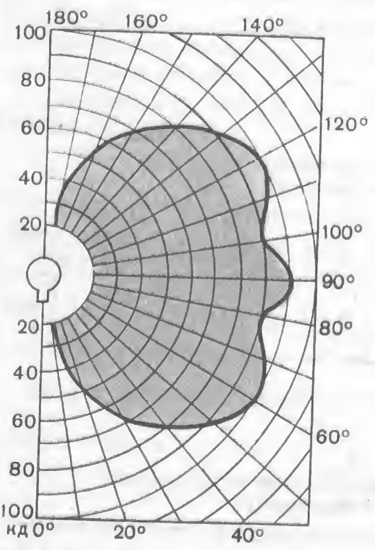


Рис. VII-2. Типичная кривая светораспределения кинопрожекторной лампы накаливания в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости площадки тела накала. Световой поток 1000 *лм*

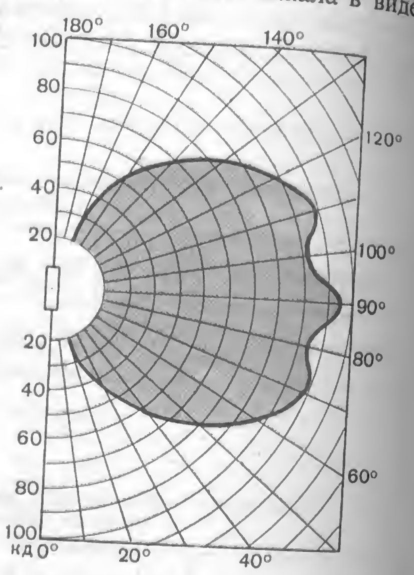


Рис. VII-3. Типичная кривая светораспределения галогенной лампы накаливания с линейным моноспиральным телом накала в горизонтальной плоскости. Световой поток 1000 *лм*

вытянутой по прямой линии спирали, в вертикальной плоскости эта кривая будет окружностью с радиусом, равным силе света в горизонтальной плоскости под углом 90°. На кривых величины силы света приведены в канделах для условной лампы со световым потоком 1000 *лм*. Для того чтобы найти силу света любой из ламп указанных типов, достаточно разделить ее световой поток (см. табл. VII-7—VII-11) на 1000; полученное частное явится коэффициентом, на который следует умножать значения силы света под соответствующими углами, найденные по кривым, чтобы найти значения силы света под такими же углами для выбранной лампы.

Пример. Найти осевую силу света лампы типа КГК110-5000.

Из табл. VII-9 (стр. 273) находим световой поток лампы КГК110-5000. Он составляет 140 000 *лм*. Разделив 140 000 на 1000, получаем переводный коэффициент, равный 140.

Таблица VII-7

Кинопрожекторные лампы накаливания типа КПЖ и ПЖК (старого типа)

Тип лампы	Напряжение, *В*	Мощность, *Вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, *лм/Вт*	Средняя продолжительность горения, *ч*	Диаметр колбы, *мм*	Цоколь	Осветительные приборы, в которых лампа в основном используется
КПЖ-1	110	150	3 750	25,0	5	61	1Ф-С34-1	«Звездочка» (КПЛ-10)
КПЖ-2	110	500	14 000	28,0	15	92	1Ф-С34-1	КПЛ-15
КПЖ-3	110	2 000	56 000	28,0	25	173	1Ф-С51-1	КПЛ-25, ПБТ-50, «Контрсвет»
КПЖ-4	110	3 000	84 000	28,0	50	205	М-60-2	КПЛ-35, «Контрсвет», ПР-60
КПЖ-5	110	5 000	147 500	29,5	50	255	М-60-3	КПЛ-35, ПБТ-70, ПР-60, «Контрсвет»
КПЖ-6	110	10 000	295 000	29,5	75	305	М-60-3	КПЛ-50, «Заря-10 000», «Заря-20 000», ПБТ-90
ПЖК220-5000	220	5 000	147 500	29,5	30	255	М-60-3	КПЛ-35, ПБТ-70, ПР-60
ПЖК220-10 000	220	10 000	295 000	29,5	45	305	М-60-3	КПЛ-50, «Заря-10 000», «Заря-20 000», ПБТ-90

Примечание. Цветовая температура у всех ламп 3300±80 К. Рабочее положение всех ламп вертикальное, цоколем вниз с допустимым наклоном в плоскости, перпендикулярной площадке тела накала, ±45°. Форма колбы шаровая (у КПЖ-1 — грушевидная, у КПЖ-2 — цилиндрическая).

В колбах ламп мощностью 3000 *Вт* и более имеется вольфрамовый порошок для удаления налета испаренного вольфрама с внутренних стенок колбы.

Таблица VII-8

Кинопрожекторные лампы типа КПЖ (нового типа)

Тип лампы	Напряжение, *В*	Мощность, *Вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, *лм/Вт*	Средняя продолжительность горения, *ч*	Диаметр колбы, *мм*	Цоколь	Осветительные приборы, в которых лампа в основном используется
КПЖ110-500-1	110	500	12 250	24,5	25	65	G-22	«Заря-500», КПЛ-15 с переходными узлами
КПЖ220-500	220	500	12 500	25,0	25	65	G-22	То же
КПЖ110-2000-1	110	2000	53 000	26,5	40	150	G-38	«Заря-2000» и «Контрсвет»; КПЛ-25 и ПБТ-50 с переходными узлами
КПЖ220-2000-1	220	2000	52 000	26,0	35	150	G-38	То же
КПЖ110-3000-1	110	3000	82 500	27,5	50	200	G-38	«Контрсвет» и «Заря-5000»; КПЛ-35 и ПР-60 с переходными узлами
КПЖ220-3000	220	3000	79 500	26,5	60	200	G-38	То же
КПЖ110-5000	110	5000	142 500	28,5	50	200	G-38	«Заря-5000» и «Контрсвет»; ПБТ-70, КПЛ-50, ПР-60 с переходными узлами

Примечание. Цветовая температура у всех ламп 3250±70 К.

Рабочее положение у всех ламп вертикальное, цоколем вниз с допустимым наклоном в плоскости, перпендикулярной площадке тела накала, ±60°.

Форма колбы шаровая (у ламп 500 *Вт* — цилиндрическая).

В колбах ламп мощностью 2000, 3000 и 5000 *Вт* имеется вольфрамовый порошок для удаления налета испаренного вольфрама с внутренних стенок колбы.

Таблица VII-9

Галогенные кинопрожекторные лампы накаливания типа КГК

Тип лампы	Напряжение, *В*	Мощность, *Вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, *лм/Вт*	Средняя продолжительность горения, *ч*	Диаметр колбы, *мм*	Цоколь	Осветительные приборы, в которых лампа в основном используется
КГК110-2000	110	2 000	54 000	27,0	200	45	G-38	«Заря-2000», «Контрсвет»; ПБТ-50, КПЛ-25 с переходными узлами
КГК220-2000	220	2 000	54 000	27,0	170	47	G-38	То же
КГК110-5000	110	5 000	140 000	28,0	300	65	G-38	«Заря-5000», «Контрсвет»; ПБТ-70, КПЛ-35 с переходными узлами
КГК220-5000	220	5 000	140 000	28,0	250	68	G-38	То же
КГК110-10 000	110	10 000	270 000	27,0	200*	85	G-38	«Заря-10 000»; ПБТ-90, КПЛ-50, «Заря-20 000» с переходными узлами
КГК220-10 000	220	10 000	280 000	28,0	270	85	G-38	То же

Примечание. Цветовая температура у всех ламп 3250±70 К.

Рабочее положение у всех ламп вертикальное, цоколем вниз с допустимым наклоном в плоскости, перпендикулярной площадке тела накала, ±60°.

Форма колбы — цилиндрическая.

* Средняя продолжительность горения у ламп мощностью 10 000 *Вт* с 1977 г. устанавливается 400 *ч*.

Таблица VII-10

Галогенные миниатюрные лампы накаливания типа КГМ

Тип лампы	Напряжение, *В*	Мощность, *Вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, *лм/Вт*	Средняя продолжительность горения, *ч*	Цветовая температура, К	Полная длина лампы, *мм*	Цоколь	Осветительные приборы, в которых лампа в основном используются
КГМ12-100	12	100	3 000	30,0	100	3400	45	G 6,35	«Блик-100» «Блик-300»
КГМ30-300	30	300	8 700	29,0	20	3400	65	Плоск. металл.	«Луч-300»
КГМ30-300-2	30	300	9 300	31,0	50	3500	55	G 6,35	«Луч-300М» «Скат»
КГМ110-500	110	500	13 000	26	50	3200	82	Керамич. $R7_s$	«Луч-500» лампы-фары
КГМ220-1000-1	220	1000	26 000	26	50	3200	100	То же	«Луч-500»

Примечание. Положение горения у всех лам произвольное. Форма колбы трубчатая.

Из кривой рис. VII-2 находим величину силы света, например, по оси тела накала, т. е. под углом 90°. Она составляет 100 *кд*.

Умножив 100·140, получаем значение силы света лампы КГК110-5000 в выбранном направлении, равное 14 000 *кд*.

Для кинооператора знание силы света «голой» лампы оказывается необходимым, например, в тех случаях, когда лампы применяют для эффектного освещения с получением резкой тени.

В табл. VII-7—VII-11 приведены основные электрические, механические и светотехнические характеристики наиболее часто употребляемых для киносъемочного освещения ламп накаливания типа КПЖ и ПЖК (старого типа) и типа КПЖ (нового типа).

Таблица VII-11

Галогенные лампы накаливания линейные типа КГ

Тип лампы	Напряжение, *В*	Мощность, *Вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, *лм/Вт*	Средняя продолжительность горения, *ч*	Полная длина лампы, *мм*	Цоколь	Осветительные приборы, в которых лампа в основном используется
КГ110-500	110	500	13 000	26	400	132	Керамич.	«Свет-500»
КГ220-500-1	220	500	13 500	27	150	132	То же	То же
КГ110-1000	110	1 000	26 000	26	500	180	Плоск. мет.	«Свет-1000»
КГ220-1000-3	220	1 000	26 000	26	400	180	То же	То же
КГ110-1000-1	110	1 000	26 000	26	500	180	Керамич. R7S	«Свет-1000М», «Марс-2000», «Марс-3000»
КГ220-1000-4	220	1 000	26 000	26	420	180	То же	То же
КГ220-2000-3	220	2 000	54 000	27	450	236	» »	«Свет-2000», «Кварц-8000»
КГ110-2000	110	2 000	52 000	26	600	262	Гибк. выв.	«Свет-2000М», «Кварц-4000», «Кварц-8000М», «Кварц-8000Р/Д».
КГ-220-2000-5	220	2 000	54 000	27	400	262	То же	То же
КГ110-5000	110	5 000	125 000	25	2000	520	Гибк. выв. K27S/96	«Свет-5000», «Кососвет-5000»
КГ220-5000	220	5 000	125 000	25	2000	520	То же	То же
КГ110-10000*	110	10 000	260 000	26	1000	675	Гибк. выв.	«Свет-10000»
КГ220-10000	220	10 000	260 000	26	2000	675	То же	То же

Примечание. Все лампы рассчитаны на цветовую температуру 3200±70K. Рабочее положение у всех ламп горизонтальное, с допустимым наклоном не более ±4°.

Форма колбы трубчатая.

* Лампа КГ110-10000 намечена к выпуску с 1977 г.

Таблица VII-12

Зеркальные лампы для киносъемочного освещения

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Осевая сила света, кд	Угол рассеяния по $0{,}5I_{макс}$, не менее град.	Средняя продолжительность горения, ч	Цветовая температура, К	Цоколь	Размеры, мм: диаметр, не более	Размеры, мм: длина, не более	Осветительные приборы, в которых лампа в основном используется
ЗК127-500	127	500	10 000	35	6	3200	E27	112	160	«Накал-500»
ЗК220-500	220	500	7 900	35	6	3200	E27	112	160	То же
ЗК110-700	110	700	18 000	40	7	3250	E40	180	267	«Накал-1500», 20ПЗ, 40ПЗ, рейки
ЗК220-700	220	700	18 000	40	5	3250	E40	180	267	То же
ЗК110-1000	110	1000	30 000	30	20*	3200	E40	201	272	«Накал-1500», рейки
ЗК220-1000	220	1000	30 000	30	20*	3200	E40	201	272	То же
ЗК110-1500	110	1500	60 000	30	15*	3200	E40	201	267	«Накал-1500»
ЗК220-1500	220	1500	60 000	30	15*	3200	E40	201	267	То же
ЗК110-2500	110	2500	100 000	30	75	3200	E40	255	325	«Накал-2500»
ЗК220-2500	220	2500	100 000	30	75	3200	E40	255	325	То же

Примечание. Рабочее положение у всех ламп произвольное. Форма рабочей части колбы параболоидальная.

* Средняя продолжительность горения ламп мощностью 1000 и 1500 *Вт* на практике значительно превышает приведенную в таблице.

Зеркальные лампы служат одновременно источником света и осветительным прибором, перераспределяющим излучение источника света, т. е. тела накала лампы. Последним в зеркальных лампах является вольфрамовая нить, свернутая в спираль и расположенная в виде зигзагов на цилиндрической поверхности, ось которой совпадает с осью лампы. Роль оптики осветительного прибора выполняет часть выдувной стеклянной колбы, прилегающая к горловине лампы. Этой части колбы придана форма параболоида, внутренняя поверхность которого покрыта зеркальным слоем алюминия. Купол колбы имеет слабую матировку для сглаживания бликов в световом пятне, даваемых зеркальным отражателем.

Характеристики зеркальных ламп, разработанных для киносъемочного освещения и выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. VII-12.

Более компактными, имеющими обычно меньшие углы рассеяния света являются зеркальные лампы-фары. Они представляют собой чечевицеобразную колбу из толстого прессованного стекла, одна из поверхностей которой имеет форму неглубокого параболоида и покрыта изнутри зеркальным отражающим слоем; вторая, выходная, поверхность имеет рифление, которое обеспечивает получение необходимого распределения освещенности в световом пятне. Транспортные лампы-фары имеют нить накала, расположенную в пространстве колбы, заполненном инертным газом.

В лампах-фарах, разработанных и выпускаемых для киносъемочного освещения, внутри колбы в фокусе параболоида расположена малогабаритная галогенная лампа накаливания в кварцевой колбе (КГМ 110-500).

Характеристики ламп-фар, применяемых для киносъемочного освещения, приведены в табл. VII-13.

3. ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ

В лампах электрического разряда, называемых *газоразрядными*, свет создается электрическим разрядом в газе, парах металла или в смеси нескольких газов или паров.

В газоразрядных лампах, в отличие от открытой угольной дуги или искры, разряд в которых происходит в воздухе, газы или пары заключены в герметическую, чаще всего стеклянную или кварцевую оболочку. Вследствие их падающей вольтамперной характеристики газоразрядные лампы требуют применения балласта того или иного типа.

В газоразрядных лампах происходит дуговой, искровой или тлеющий разряд. В технике киносъемочного освещения используются лампы с разрядом первых двух типов, позволяющим получить источники света с большой яркостью. Все газоразрядные лампы, работая на переменном токе, имеют пульсирующее с двойной частотой световое излучение. При киносъемке это может привести к колебаниям плотности киноизображения.

Таблица VII-13

Лампы-фары для киносъемочного освещения

Тип лампы	Напряжение, в	Мощность, вт	Осевая сила света, кд	Угол рассеяния по $0,5 I_{макс}$ не менее, град	Средняя продолжительность горения, ч	Цветовая температура, К	Размеры, мм		Осветительные приборы, в которых лампа в основном используется
							диаметр	длина	
ЛФКГ110-500	110	500	35000	$^{22}/_{14}$*	50	3200	116	70	«Фара-6», «Фара-9»
ЛФКГИ110-500	110	500	17000	$^{22}/_{14}$*	50	4500—5000	116	70	То же

Примечание. Лампы ЛФКГИ имеет на выходной части колбы интерференционный фильтровый слой, который и позволяет получить повышение цветовой температуры излучения, необходимое для цветной съемки в условиях наличия также и естественного освещения. Лампы имеют пластинчатые выводы для подключения проводников.

* В числителе — горизонтальный, в знаменателе — вертикальный углы рассеяния.

РТУТНЫЕ ЛАМПЫ

Для целей киносъемочного освещения, в основном специального, пока чаще всего используются лампы с разрядом в парах чистой ртути или с добавлением других веществ.

В зависимости от давления паров в работающей лампе различают:

ртутные лампы низкого давления — с давлением паров до 0,1 *атм*;

ртутные лампы высокого давления — с давлением паров до 2 *атм*;

ртутные лампы сверхвысокого давления — с давлением паров свыше 10 *атм*.

С изменением давления в ртутных лампах сильно изменяется спектральный состав излучения. При низком давлении излучение сосредоточено в узких спектральных зонах («линиях»), в основном в коротковолновой ультрафиолетовой части спектра с длинами волн $\lambda = 253,7$ и $184,9$ *нм*; излучение в видимой части составляет всего около 2%. При повышении давления доля излучения в видимой области спектра растет, спектральные области расширяются и появляется непрерывный фон, заполняющий интервалы между линиями. Световая отдача ртутного разряда при высоких давлениях растет с ростом давления. Цветность излучения также заметно меняется от голубой — при низких давлениях до белой с зеленовато-голубым оттенком — при высоких давлениях.

Разряд в парах ртути низкого давления широко используется в люминесцентных лампах, которые находят применение при мультипликационной съемке и съемке надписей; кроме того, кинооператор часто встречается с этими лампами при выездных киносъемках в помещениях.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ

Наиболее распространенные люминесцентные лампы представляют собой трубчатые ртутные лампы низкого давления с нанесенным на внутренние стенки светосоставом из смеси различных кристаллических люминофоров. Электрический разряд между нагретыми электродами в парах ртути и аргона вызывает интенсивное коротковолновое ультрафиолетовое излучение, которое, падая на светосостав, поглощается и преобразуется в видимое свечение.

Люминесцентные лампы на переменном токе работают с последовательно включаемым балластом в виде дросселя.

Световая отдача люминесцентных ламп очень высока и, в зависимости от спектральной характеристики и мощности, колеблется в пределах от 34 до 65 *лм/Вт*.

По цветности излучения лампы подразделяются на: лампы дневные (ЛД), лампы дневные с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодно-белые (ЛХБ), белые (ЛБ) и тепло-белые (ЛТБ).

Спектральные характеристики излучения перечисленных ламп характеризуются наличием заметных полос в различных участках,

поэтому точно оценить их излучение цветовой температурой нельзя. Однако с некоторым приближением это делается.

Можно привести следующие данные.

Лампы типа ЛД и ЛДЦ характеризуются ориентировочной цветовой температурой 6750 ± 800 К; в отношении цветопередачи свет этих ламп довольно близок к среднему дневному свету при сплошной облачности.

Лампы типа ЛХБ характеризуются цветовой температурой 4700 ± 400 К; в отношении цветопередачи свет этих ламп близок к среднему солнечному свету.

Лампы типа ЛБ имеют свет с желтоватым оттенком и характеризуются цветовой температурой 3500 ± 300 К; в отношении цветопередачи свет этих ламп приближается к свету сильно перекаленных ламп накаливания.

Лампы типа ЛТБ имеют свет с пурпурным оттенком (недостаток зеленого); с очень грубым приближением их можно характеризовать цветовой температурой 2800 К.

Кроме люминофоров в излучении люминесцентной лампы участвует также и ртуть, которая имеет интенсивную линию излучения в ближнем ультрафиолете с длиной волны $\lambda = 365$ *нм*; это излучение может воздействовать на синечувствительный слой цветной кинопленки. Поэтому цветовые температуры люминесцентных ламп применительно к цветной пленке, т. е. так называемые *цветофотографические температуры*, будут немного выше приведенных здесь.

В табл. VII-14, VII-15 даны основные характеристики наиболее широко применяемых прямолинейных люминесцентных ламп.

Пускорегулирующие устройства ламп всех типов обычно предназначены для включения в сеть 220 *В*; только для ламп 15 *Вт* эти устройства изготовляют на 127 *В*.

Таблица VII-14

Основные размеры прямолинейных люминесцентных ламп

Нормируемая величина лампы	Мощность ламп, *Вт*					
	15	20	30	40	65	80
Размеры, *мм*						
Диаметр	27	40	27	40	40	40
Полная длина	451,6	604,0	908,8	1213,6	1514,2	1514,2
Длина без контактных штырьков	437,4	489,8	894,6	1194,4	1500,0	1500,0

Примечание. У ламп мощностью 15 и 30 *Вт* цоколи G13d13/24. У ламп мощностью 20, 40, 65 и 80 *Вт* цоколи G13d13/35.

Таблица VII-15

Световые и электрические характеристики прямолинейных люминесцентных ламп

Мощность, *Вт*	Напряжение на лампе, *В*	Сила тока, *А*	Номинальный световой поток, *лм*				
			ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ
15	54	0,33	500	590	675	700	760
20	59	0,37	820	920	935	975	1180
30	104	0,36	1450	1640	1720	1720	2100
40	103	0,43	2100	2340	3000	3000	3120
65	110	0,67	3050	3570	3820	3980	4650
80	102	0,865	3740	4070	4440	4440	5220

Примечание. Средняя продолжительность горения ламп всех типов 12 000 *ч*.

Таблица VII-16

Технические характеристики люминесцентных ламп повышенной интенсивности

Тип лампы	Напряжение на лампе, *В*	Сила тока, *А*	Световой поток, *лм*	Размеры, *мм*		Тип цоколя
				диаметр	длина без штырьков	
ЛХБ-125-2	70	2	6 200	38	1194,4	—
ЛБ-125-1	120	1,25	6 000	38	1500	G13d13/35
ЛХБ-150	90	1,9	8 000	40	1500	Специальный
ЛХБ-200	65	3,9	10 000	55	1500	G13d13/50

Примечание. Средняя продолжительность горения ламп 3000 *ч*.

Выпускается несколько типов люминесцентных ламп повышенной интенсивности. Данные этих ламп приведены в табл. VII-16.

Выпускаются люминесцентные лампы мощностью 40 и 80 *Вт* с внутренним диффузно отражающим слоем, который наносится на часть внутренней поверхности трубки до нанесения слоя люминофоров. Лампы называются *рефлекторными* и обозначаются ЛБР-40 и ЛБР-80. Их световой поток на 10—15% ниже, чем у обычных ламп ЛБ той же мощности, но сила света в рабочем направлении в 1,7 раза выше, чем у обычных ламп.

Для целей эффектного освещения изготовляют также цветные люминесцентные лампы синего, голубого, зеленого, желтого и красного цветов, мощностью по 40 *Вт*.

РТУТНЫЕ ЛАМПЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

В технике киносъемочного освещения, в частности при трюковых и комбинированных люминесцентных киносъемках и при многих видах научной киносъемки, из числа ртутных ламп находят применение ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ДРТ (старое наименование ПРК), излучающие значительную энергию как в ультрафиолетовой, так и в видимой части спектра.

Лампа ДРТ представляет собой трубку из кварцевого стекла, на концах которой впаяны электроды. Внутрь трубки введены аргон и небольшое количество ртути. Давление паров при работе составляет 0,4—1,0 *атм*.

После зажигания лампы ДРТ режим устанавливается через 10—15 *мин*. Горевшая и погашенная лампа ДРТ может быть зажжена вновь только после полного ее охлаждения, которое обычно продолжается не более 10 *мин*. Лампы работают в горизонтальном положении с допустимым отклонением не более 15°.

Лампы ДРТ предназначены для использования при питании переменным током, но возможно их питание (за исключением ДРТ1000) и постоянным током со специальными приборами включения; лампы включаются в сеть переменного тока последовательно с индивидуальными дросселями, играющими роль балластов, необходимых для работы всех газоразрядных источников света.

В табл. VII-17 приведены некоторые характеристики ламп ДРТ.

Таблица VII-17

Характеристики ламп ДРТ (ПРК)

Тип лампы	Мощность, *Вт*	Напряжение сети, *В*	Напряжение на лампе, *В*	Сила тока пуск/рабоч., *А*	Световой поток, *лм*	Размеры, *мм*		Срок службы, *ч*
						длина полная	диаметр	
ДРТ220 (ПРК-4)	220	127	70	5/3,7	3800	200	18	1000
ПРК-8	220	220	70	5/3,8	—	190	23	800
ПРК-5	240	220	120	4,2/2,3	—	235	20	800
ДРТ375 (ПРК-2)	375	220	120	6/3,7	7900	265	45	2500
ДРТ1000 (ПРК-7)	1000	220	135	14/8,05	33 000	350	45	1200
ДРТ2500 (РКС-2,5)	2500	—	850	—/3,4	85 000	1200	31	3000

Энергия излучения ламп ДРТ распределяется между видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной частями спектра. Ориентировочное распределение энергии в ультрафиолетовой и видимой частях спектра (относительно линии 365 *нм*, энергия которой принята за 100%) приведено в табл. VII-18.

Таблица VII-18

Распределение энергии по спектру в лампе ДРТ

Длина волны спектральной линии, *нм*	Относительная энергия, %	Длина волны спектральной линии, *нм*	Относительная энергия, %
248,2	12	302,2; 302,6	31,5
253,7	26,1	312,6; 313,2	68,2
265,2	26,9	334,1	6,6
		365; 366,3	100
269,9	5,7	404,7; 407,8	32,9
275,4	3,9	435,8	57,3
289,4	5,4	546,1	65,3
296,7	14,3	577; 579	73,6

Средние значения яркости ламп ДРТ составляют от 1,2 до 4 *Мнт*; значения световой отдачи колеблются в пределах 24—32 *лм/Вт*. За время приводимого в таблице срока службы интенсивность ультрафиолетового излучения в интервале 300—400 *нм* снижается на 22—35% от начального значения.

РТУТНЫЕ ЛАМПЫ СВЕРХВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Лампы ДРШ (старое название СВДШ) имеют толстостенную кварцевую колбу шаровой формы, в которую впаяны два вольфрамовых электрода с расстоянием между их концами 4—9 *мм* (в зависимости от мощности лампы). Для облегчения зажигания имеется вспомогательный третий электрод. В колбу введена ртуть, давление паров которой при работе составляет 30—80 *атм* для ламп мощностью до 500 *Вт*, а для ламп мощностью 1000 *Вт* — 10—20 *атм*. Яркость у оси шнура разряда очень велика и составляет не менее 150 *Мнт*, повышаясь у электродов. Благодаря этому лампы удобны для использования в прожекторных и проекционных системах.

Лампы ДРШ имеют резко выраженный линейчатый спектр с сильным непрерывным фоном; доля красного света в излучении достигает 4—6%. Распределение энергии по спектру приведено в табл. VII-19.

При работе на переменном токе лампы ДРШ включаются последовательно с реактивным балластом; при работе на постоянном токе балласт активный.

Таблица VII-19

Распределение энергии по спектру в лампе ДРШ

Длина волны спектральной линии, *нм*	Относительная энергия, %	Длина волны спектральной линии, *нм*	Относительная энергия, %
248,2	28,1	365	100
289,4	9,4	373	16,8
296,7	25,2	404,7; 407,8	64,4
302,2; 302,6	38,3	435,8	73,1
312,6; 313,2	68,1	546,1	77,3
334,1	19,9	605	7,3

Для зажигания ламп на третий электрод подается импульс высокого напряжения от высокочастотного трансформатора; эта схема позволяет зажигать лампу повторно до ее полного остывания. Зажигание ламп без третьего электрода осуществляется подачей на электроды высокочастотного импульса высокого напряжения, который обычно недостаточен для повторного зажигания неостывшей лампы.

Время разгорания лампы определяется скоростью испарения ртути и составляет 2—5 *мин*.

Рабочее положение лампы вертикальное с допустимым наклоном до 10°. В табл. VII-20 приведены некоторые характеристики ламп ДРШ.

Таблица VII-20

Характеристики ламп ДРШ

Тип лампы	Мощность, *Вт*	Напряжение сети, *В*	Напряжение на лампе, *В*	Сила тока пуск/рабоч., *А*	Световой поток, *лм*	Срок службы, *ч*
ДРШ 250	250	220	72	6,5/3,5	12 500	250
ДРШ 500	500	220	75	10/6,7	22 500	500
ДРШ 1000	1000	220	90	15/11	53 000	100

МЕТАЛЛОГАЛОГЕННЫЕ ЛАМПЫ

С 1973—1975 гг. в кинематографии и особенно в телевидении для съемочного освещения начали применять осветительные приборы с металлогалогенными лампами.

Шаровая металлогалогенная лампа имеет кварцевую сравнительно толстостенную колбу, в которую введены два вольфрамовых электрода. В колбе имеется небольшое количество ртути и галогениды (обычно, йодиды) различных металлов, таких, например, как диспрозий, гольмий, тулий; кроме того, в колбу вводится вспомогательный газ — ксенон или аргон.

Спектр излучения металлогалогенной лампы является линейчатым с довольно значительным фоном. Подбором галогенидов металлов удается получить излучение, которое характеризуется цветовой температурой 5000—6000 К, т. е. близкое к дневному свету. Не исключена возможность получения излучения с цветовой температурой 3200 К, похожего на излучение ламп накаливания, применяемых в кинематографии при съемках в помещениях.

Выпускаются металлогалогенные лампы двух типов — *шаровые* с короткой дугой и *трубчатые* с длинной дугой. Последние, имея относительно малую яркость, для киносъемочного освещения большого интереса не представляют и используются в основном для заливающего освещения больших объектов — стадионов, фасадов зданий, площадей и др., с которыми кинооператор встречается при хроникальных съемках.

В киноосветительной аппаратуре применяются металлогалогенные лампы с короткой дугой, имеющие высокую яркость разряда.

В СССР в 1976 г. завершена подготовка к выпуску серии таких ламп. Характеристики этих ламп будут несколько отличаться от приводимых в табл. VII-21 характеристик ламп HMI фирмы «Осрам», которые здесь сообщаются как справочные.

Таблица VII-21

Характеристика металлогалогенных ламп типа HMI фирмы «Осрам»

Тип лампы	Напряжение сети, *В*	Напряжение на лампе, *В*	Сила тока, *А*	Потребляемая мощность, *Вт*	Световой поток, *лм*	Световая отдача, *лм/Вт*	Цветовая температура, К	Полная длина лампы*, *мм*	Диаметр лампы, *мм*	Длина дуги, *мм*	Срок службы, *ч*	Положение лампы при работе
HMI 200W	220	80	3,1	200	16 000	80	5 600	75	14	10	300	Горизонтальное ± 15°
HMI 575W	220	95	7,0	575	49 000	85	5 600	145	21	11	750	Любое
HMI 1200W	220	100	13,5	1 200	110 000	92	5 600	220	27	13	750	Любое
HMI 2500W	220	115	25,5	2 500	240 000	96	5 600	355	30	20	500	Горизонтальное ± 15°
HMI 4000W	380	200	24,0	4 000	410 000	102	5 600	405	38	34	500	То же

* Вместе с торцевыми винтовыми контактами.

Как видно из таблицы, лампы имеют очень высокую светоотдачу, что делает их особенно выгодными в условиях недостатка электроэнергии при выездных киносъемках. На ультрафиолетовое излучение (начиная с 220 *нм*) затрачивается около 11%; на инфракрасное — около 42% и на видимое — около 44% мощности, подводимой к лампе.

Лампы разгораются не мгновенно: в течение 1 *мин* достигается 90% светового потока и около 3 *мин* проходит до полной стабилизации спектрального состава излучения. Повторное зажигание неостывшей лампы осуществляется с использованием высокого напряжения (до 60 *кВ* у ламп типа HMI).

Металлогалогенные лампы, выпускаемые и разрабатываемые в 1976 г., работают *только при питании переменным током* и, являясь безынерционными, имеют световое излучение, колеблющееся с двойной частотой сети. Для устранения стробоскопического эффекта при киносъемке используются:

практически мало приемлемое для кинооператора освещение объекта одновременно тремя лампами, подключенными к трем разным фазам трехфазной питающей сети переменного тока;

питание ламп током повышенной частоты (250—400 *Гц*) от специальных генераторов;

съемка киносъемочной камерой с частотой 24 *кадр/с* с открытием обтюратора 172,8 ° и питанием синхронного двигателя камеры от той же сети переменного тока, от которой питаются лампы (применение так называемого «*кварцованного» привода* невозможно);

съемка с частотой 25 *кадр/с* с питанием двигателя киносъемочной камеры, как в предыдущем случае;

работа металлогалогенных ламп с так называемыми «*электронными» балластами*, позволяющими получить прямоугольную форму волны переменного тока.

После окончательного решения задачи устранения колебаний плотности киноизображения, снимаемого с различными частотами, металлогалогенная лампа, по-видимому, вытеснит из техники киносъемочного освещения угольную дугу, являясь более экономичной и не обладая многими недостатками последней.

КСЕНОНОВЫЕ ЛАМПЫ

Шаровая ксеноновая лампа с короткой дугой имеет шарообразную толстостенную кварцевую колбу с двумя вольфрамовыми электродами, между концами которых в атмосфере чистого ксенона при очень высоком давлении возникает дуговой разряд большой яркости.

Спектральный состав излучения ксеноновой лампы в видимой части близок к дневному свету с цветовой температурой около 6000 К и практически не изменяется при изменении силы тока; это является чрезвычайно ценным свойством для использования ламп при цветных съемках, позволяя при необходимости изменять световой поток лампы в больших пределах. Яркость разряда высока, что позволяет с успехом

использовать лампу в проекторах и прожекторах. После включения лампа разгорается практически мгновенно; для зажигания лампы применяется высокочастотный импульс высокого напряжения (до 30 *кВ*).

Применяемые в кинематографии ксеноновые лампы с короткой дугой рассчитаны на питание постоянным током с хорошо сглаженной пульсацией.

Основными недостатками ксеноновых ламп, с позиций их использования для киносъемочного освещения, являются:

взрывоопасность, заставляющая даже в нерабочем состоянии соблюдать специальные меры предосторожности при эксплуатации (лампы, например, снабжаются защитными кожухами-футлярами из органического стекла, которые удаляются только после установки лампы в закрытую аппаратуру);

низкое рабочее напряжение (около 30 *В* на дуге) и, следовательно, большая сила тока;

необходимость применения искусственного воздушного или водяного охлаждения и др.

Вследствие этого ксеноновые лампы пока широко применяются только в кинопроекторах, включая и проекторы рир- и фронтпроекции, а также в диапроекторах при комбинированной киносъемке. Проводятся опыты по использованию ксеноновых ламп в кинопрожекторах для освещения при натурной съемке. Кинооператоры, особенно хроникеры, встречаются с ксеноновыми лампами при съемке эстрадных представлений и соревнований по фигурному катанию на коньках, где широко используются следящие прожекторы («пушки») с такими лампами.

В табл. VII-22 приведены основные характеристики применяемых в кинематографии шаровых ксеноновых ламп с короткой дугой и принудительным воздушным охлаждением.

Таблица VII-22

Характеристики шаровых ксеноновых ламп

Тип лампы	Мощность, *Вт*	Наибольшие допустимые		Яркость разряда, *Мнт*	Длина дуги, *мм*	Срок службы, *ч*
		сила тока, *А*	напряжение на лампе, *В*			
ДКсШ 500	500	30	25	200	2,5	400
ДКсЭл 1000-1	1000	51	25	250	—	1200
ДКсЭл 2000	2000	90	27,5	400	3,9	1000
ДКсШ 3000-3	3000	110	32,5	600	5,5	1000
ДКсШ 5000-1	5000	150	36	675	6,5	300

Примечание. Лампы с водяным охлаждением обозначаются ДКсР (разборные).

* * *

При пользовании Справочником следует иметь в виду, что прогресс в области источников света, особенно газоразрядных, чрезвычайно быстрый и что после выпуска настоящего Справочника уже, вероятно, появился ряд новых ламп, нашедших себе применение в технике киносъемочного освещения, таких, например, как оловогалогенные.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Факторы, определяющие условия естественного освещения объектов, можно разделить на следующие группы:

астрономические, определяемые положением солнца на небосводе;

метеорологические, зависящие от состояния земной атмосферы, т. е. от прозрачности воздуха или облачности;

факторы окружения, определяющие местное дополнительное освещение или затенение освещенных предметов другими предметами с возможным изменением спектрального состава освещения (*цветные рефлексы*).

В дальнейшем будут рассмотрены астрономические и метеорологические факторы, подчиняющиеся определенным закономерностям. Факторы окружения всецело зависят от данных конкретных условий и должны учитываться в каждом случае индивидуально.

1. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

КООРДИНАТЫ МЕСТНОСТИ

Географические координаты данного пункта определяются широтой и долготой.

Географическая широта отсчитывается от экватора, который принимается за нулевую параллель; положения полюсов определяются 90° северной или южной широты.

Географическая долгота отсчитывается от произвольно выбранного нулевого, гринвического меридиана, причем к востоку от нулевого меридиана она считается положительной, а к западу — отрицательной.

Местное время одинаково для всех точек земли, которые лежат на одной и той же географической долготе, т. е. на одном и том же меридиане. Разница во времени точек на двух разных меридианах равна разности долгот, выраженной во временнóй мере, в которой одному градусу долготы соответствует 4 *мин*.

Различие в местном времени соседних пунктов представляет для практики большие неудобства, которые устраняются введением *поясного времени*.

В системе поясного времени земной шар разделяется по меридианам на 24 равных пояса, каждый из которых имеет ширину 15°, или 1 *ч*.

Во всех пунктах данного пояса часы устанавливаются одинаково и по времени, соответствующему местному времени для середины (центрального меридиана) пояса.

В соседних поясах часы тоже устанавливаются в каждом одинаково и по времени, соответствующему местному времени для их центральных меридианов, со сдвигами для каждого пояса в 1 *ч*, поскольку центральные меридианы этих поясов сдвинуты ровно на 15°.

Внутри каждого пояса разница между местным временем, которое связано с видимым движением солнца, и поясным не превосходит $^1/_2$ *ч* (разница ровно в 30 *мин* будет на самой границе пояса).

Основной меридиан, от которого идет счет поясного времени, — *гринвичский.* В поясе, охватывающем территорию на 7 $^1/_2$° к востоку и западу от этого меридиана, применяется так называемое *западноевропейское время.*

Среднеевропейское время, идущее на 1 *ч* вперед, используется в п е р в о м п о я с е, расположенном между долготами 7 $^1/_2$ и 22 $^1/_2$° к востоку от Гринвича.

Во в т о р о м п о я с е, между долготами 22 $^1/_2$ и 37 $^1/_2$° к востоку от Гринвича, время на 2 *ч* впереди; его называют *восточноевропейским.* В этом поясе лежит большая часть западной части СССР, в том числе и Москва.

В т р е т ь е м п о я с е, в котором время идет на 3 *ч* впереди гринвичского, лежит восточная половина Европейской части СССР.

Крайний восток СССР — Чукотский полуостров — находится в д в е н а д ц а т о м п о я с е и время там на 12 *ч* впереди гринвичского.

Границы часовых поясов во многих случаях идут не точно по меридианам: из практических соображений их часто проводят по политическим и административным границам, а иногда по линиям железных дорог, большим рекам и другим естественным рубежам.

В СССР для более рационального использования светлой части суток с 1930 г. часы повсеместно переведены на 1 *ч* вперед. Это время называется *декретным*.

В табл. VII-23 приведены географические широта и долгота ряда городов СССР и указаны величины поправки для перехода от декретного времени данного пояса к среднему местному, необходимого для пользования графиками на рис. VII-5 (см. стр. 289—292) и астрономическими таблицами.

ВЫСОТА СОЛНЦА И ПЕРИОДЫ СЪЕМОЧНОГО ДНЯ

В течение дня в зависимости от угловой высоты солнца над горизонтом условия киносъемочного освещения значительно меняются. Помимо изменения величины прямой солнечной освещенности, определяемого длиной пути хода солнечных лучей в поглощающей и рассеивающей свет атмосфере и углами падения света на неподвижные плоские поверхности, происходит изменение спектрального состава

Таблица VII-23

Широта, долгота и поправка времени для некоторых городов СССР

Город	Широта, град.	Долгота, град.	Поправка
Акмолинск	51,2	71,2	—1 ч 15 мин
Актюбинск	50,3	57,2	—1 11
Александровск-Сахалинский	50,9	142,2	—0 31
Алма-Ата	43,3	76,9	—0 52
Алушта	44,7	34,4	—0 42
Андижан	40,9	72,3	—1 11
Архангельск	64,6	40,5	—1 18
Астрахань	46,4	48,2	—0 47
Ашхабад	37,8	58,4	—1 06
Баку	40,4	49,8	—0 41
Барнаул	53,3	83,8	—1 25
Батуми	41,7	41,6	—1 14
Благовещенск	50,3	127,5	—0 30
Брест	52,1	26,7	—1 13
Бухара	39,8	64,4	—0 46
Вильнюс	54,7	25,3	—1 19
Владивосток	43,1	131,9	—1 12
Волгоград	48,8	44,5	—1 02
Воронеж	51,6	39,2	—1 23
Ворошиловград	48,8	39,3	—1 23
Горький	56,3	44,0	—1 04
Днепропетровск	48,5	35,1	—0 40
Душанбе	38,6	68,8	—1 25
Ереван	40,2	29,5	—1 02
Запорожье	47,8	35,2	—0 39
Ижевск	56,9	53,2	—1 27
Иркутск	52,3	104,2	—1 03
Иошкар-Ола	56,7	47,9	—0 48
Казань	56,8	49,1	—0 44
Калинин	56,9	36,0	—0 36
Караганда	49,9	73,0	—1 08
Кемерово	55,1	86,0	—1 16
Киев	50,5	36,2	—0 35
Киров	58,6	49,8	—0 31
Кишинев	47,0	28,8	—0 55
Комсомольск	50,6	137,0	—0 52
Краснодар	45,0	38,8	—1 25
Красноярск	56,0	92,7	—0 49
Куйбышев	53,2	50,0	—0 40
Кушка	35,2	62,4	—0 ч 50 мин
Ленинград	59,9	30,3	—0 59
Львов	49,8	24,0	—1 24
Махач-Кала	43,0	47,5	—0 50
Минск	53,9	27,6	—1 10
Москва	55,8	37,5	—0 30
Мурманск	69,0	33,1	—0 48
Николаев	47,0	31,9	—0 52
Новгород	58,5	31,4	—0 54
Новосибирск	55,0	82,9	—1 28
Одесса	46,5	38,0	—1 28
Омск	55,0	73,4	—1 06
Орджоникидзе	43,0	44,8	—1 01
Петрозаводск	61,8	34,4	—0 42
Петропавловск-Камчатский	53,0	158,7	—0 25
Полтава	49,6	34,6	—0 42
Рига	56,9	24,1	—1 24
Ростов-на-Дону	47,2	39,7	—1 21
Самарканд	39,6	67,0	—0 32
Свердловск	56,8	60,6	—0 58
Симферополь	45,0	34,0	—0 44
Сочи	44,6	39,8	—1 21
Таллин	59,4	24,7	—1 21
Ташкент	41,3	69,2	—1 23
Тбилиси	41,7	44,8	—1 01
Томск	56,5	84,9	—1 20
Улан-Удэ	52,0	107,8	—0 49
Уфа	54,7	55,9	—1 16
Фрунзе	42,9	89,8	—1 01
Хабаровск	48,5	135,0	—1 00
Харьков	50,0	36,2	—0 35
Чебоксары	56,2	47,3	—0 51
Челябинск	55,2	61,3	—0 55
Чита	52,0	113,5	—0 56
Элиста	46,2	44,2	—1 03
Якутск	62,0	129,8	—1 21

освещения и его характера с точки зрения формы и направления теней, отбрасываемых освещаемыми объектами и их элементами.

Съемочный день в зависимости от угловой высоты солнца принято условно делить на периоды.

1. *Период сумеречного*, или, как его часто называют, *«режимного»*, *освещения*, ограничиваемый временем между моментом захода или восхода солнца и моментом, когда глубина погружения солнца под горизонт составляет 6°. В это время киносъемка обычно производится с использованием дополнительного искусственного освещения, дозировка которого должна время от времени изменяться для получения неизменного соотношения искусственной и естественной освещенности; последняя определяется изменяющейся яркостью неба.

Продолжительность периода сумеречного освещения летом на севере значительно длительнее («белые ночи»), чем на юге.

2. *Период эффектного утреннего* или *вечернего освещения*, ограничиваемый временем между моментом восхода или захода солнца и моментом, когда солнце достигает высоты порядка 15°. В это время наблюдается довольно резкое изменение спектрального состава солнечного света, которое должно при цветных съемках приниматься оператором во внимание. Освещенности вертикальных поверхностей значительно превышают освещенности горизонтальных поверхностей, контраст освещения повышенный; горизонтальные тени имеют вытянутую форму.

3. *Период нормального дневного освещения*, ограничиваемый временем, в течение которого солнце находится на высоте между 15 и 60°. В это время спектральный состав прямого солнечного света изменяется незначительно. Освещенности горизонтальных и вертикальных поверхностей близки друг к другу; контраст освещения несколько снижается. Расположение и форма теней соответствуют общепринятому представлению об естественном освещении в природе.

4. *Период «зенитного» освещения*, характеризующийся временем, в течение которого высота солнца превышает 60°. В это время спектральный состав солнечного освещения остается практически неизменным. Освещенности горизонтальных поверхностей значительно выше, чем освещенности вертикальных поверхностей; контраст освещения снова увеличивается. Горизонтальные тени очень коротки, а вертикальные — удлиняются и направлены вниз. Зенитное освещение неблагоприятно для киносъемки из-за непривычного распределения и формы теней и из-за повышенного контраста.

На графиках рис. VII-5 приведены данные о времени начала и конца четырех основных периодов съемочного освещения на каждый час *местного среднего времени* для различных географических широт от 35 до 70° через каждые 5°.

Кривые являются геометрическим местом точек, соответствующих высотам солнца — 6°, 0°, +15° и +60°. Высота солнца для любого времени суток может быть определена путем приближенного интерполирования между соответствующими точками смежных кривых. Макси-

мальная высота солнца для данной широты 22 июня обозначена точкой в центре графика, снабженной соответствующей цифрой в градусах.

При пользовании графиками для определения продолжительности съемочного времени следует учитывать, что характер освещения, определяемый соответствующим периодом, в чистом виде имеет место лишь при прямом солнечном освещении; при наличии облаков, закрывающих солнце, характер освещения претерпевает значительные изменения.

2. СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА

Длина пути лучей солнечного света сквозь атмосферу для данной точки на земле различна в зависимости от высоты солнца; при малых высотах этот путь в десятки раз больше, чем когда солнце в зените. При прохождении света сквозь атмосферу его ослабление происходит для разных участков спектра не одинаково; в наименьшей степени поглощаются и рассеиваются лучи красной части спектра и в наибольшей — синей части. С изменением высоты солнца происходит изменение спектрального состава света, достигающего земли. С увеличением высоты солнца цветовая температура растет сначала быстро, а затем медленнее.

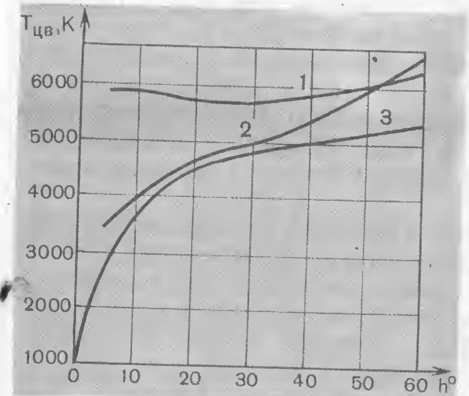


Рис. VII-4. Цветовая температура суммарного дневного света при безоблачном небе в зависимости от высоты солнца

Рис. VII-4 в сочетании с графиками рис. VII-5 даст ориентировку для оператора в вопросе предварительной оценки условий цветной киносъемки в различное время дня в различных географических условиях. Здесь кривая *1* — цветовая температура на горизонтальной плоскости; *2* — на вертикальной плоскости, обращенной к солнцу; *3* — на плоскости, перпендикулярной к солнечным лучам.

Цветовая температура света в тенях, т. е. света неба, колеблется от 6000 до 12 000 К, в зависимости от состояния атмосферы и до некоторой степени от высоты солнца.

В пасмурную погоду цветовая температура естественного освещения в течение дня весьма постоянна и составляет 5700—6500 К.

3. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Освещенность земной поверхности и расположенных на ней предметов в течение дня непрерывно меняется в зависимости от высоты солнца и погоды. При безоблачном небе эта освещенность слагается из двух частей: *прямой освещенности*, создаваемой непосредственно

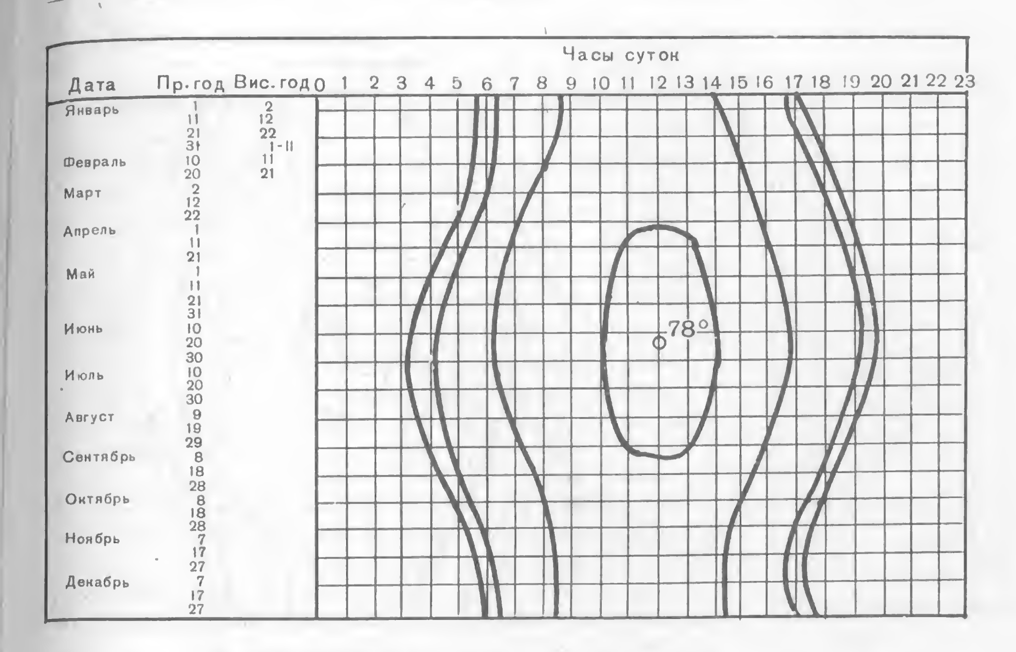


Рис. VII-5а. Периоды киносъемочного освещения для различных географических широт и различного времени суток и года: широта 35° (Кушка 35,2°)

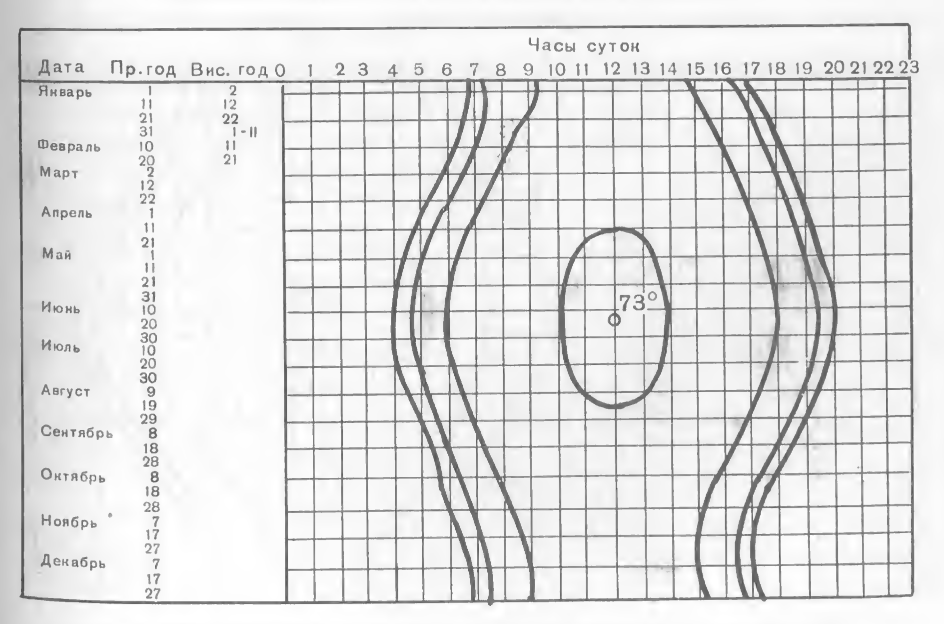


Рис. VII-5б. Широта 40° (Баку 40,4°, Бухара 39,8°, Ереван 40,2°, Ташкент 41,3°)

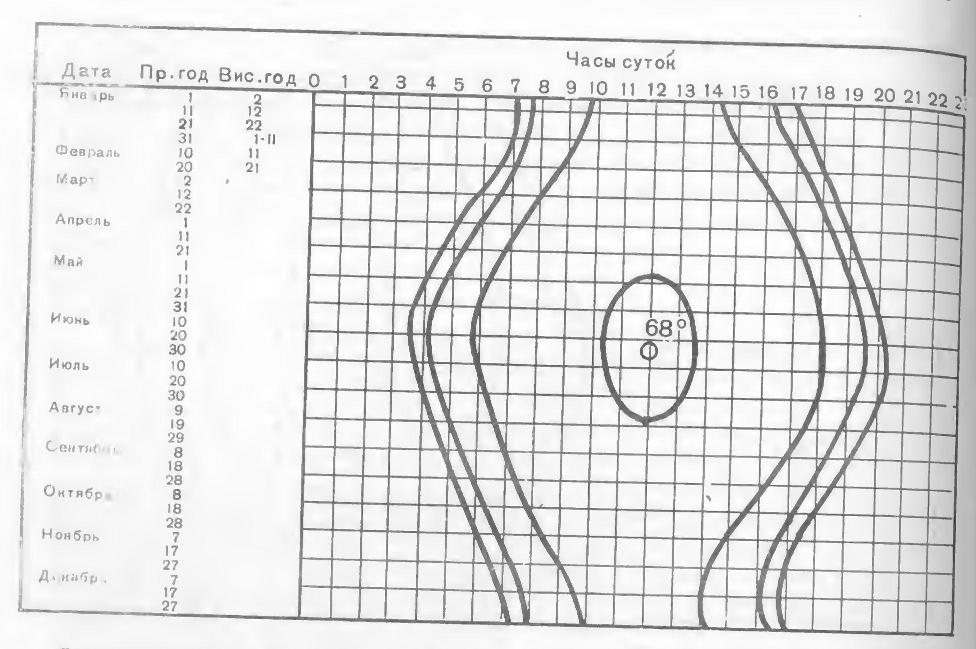


Рис. VII-5в. Широта 45° (Алушта 44,7°, Алма-Ата 43,3°, Владивосток 43,1°, Краснодар 45°)

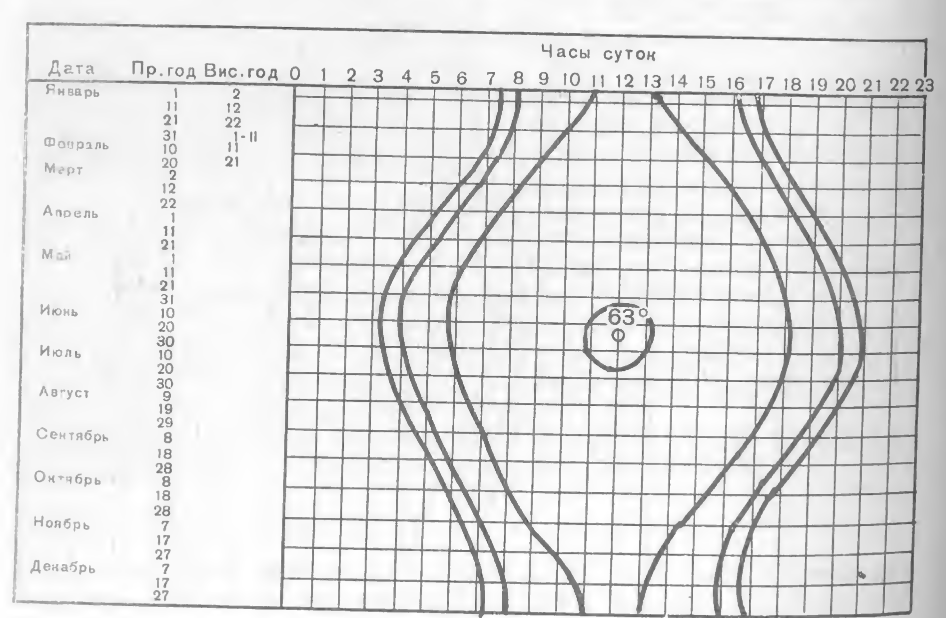


Рис. VII-5г. Широта 50° (Актюбинск 50,3°, Благовещенск 50,3°, Киев 50,5°, Львов 49,8°)

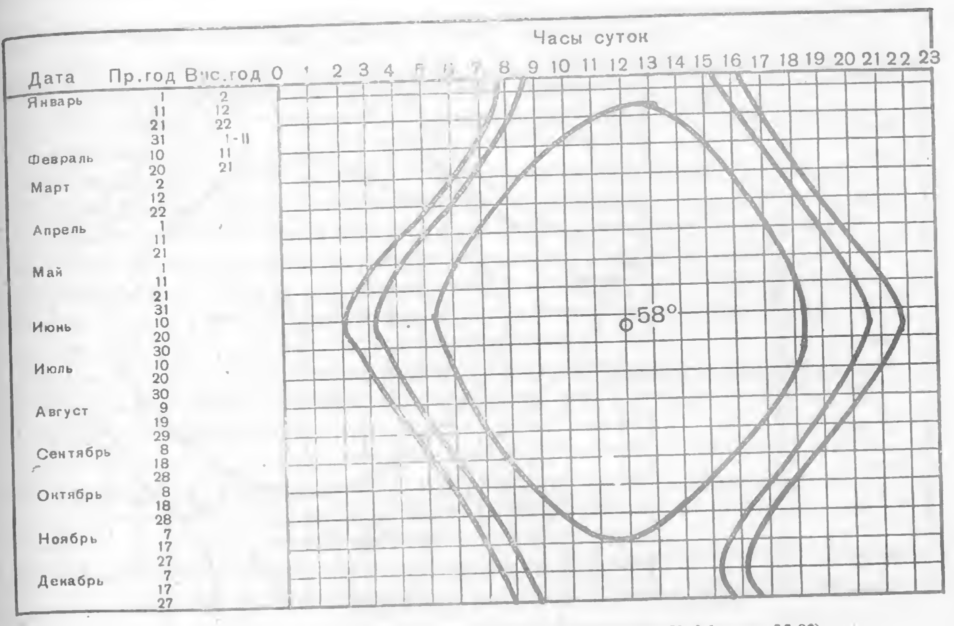


Рис. VII-5д. Широта 55° (Вильнюс 54,7°, Новосибирск 55°, Москва 55,8°)

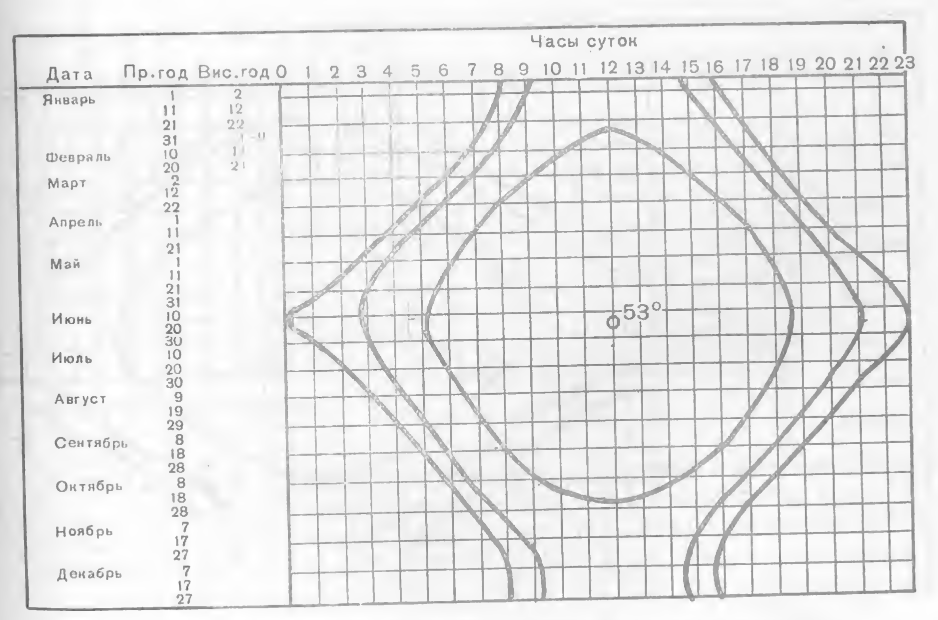


Рис. VII-5е. Широта 60° (Ленинград 59,9°, Таллин 59,4°, Петрозаводск 61,8°)

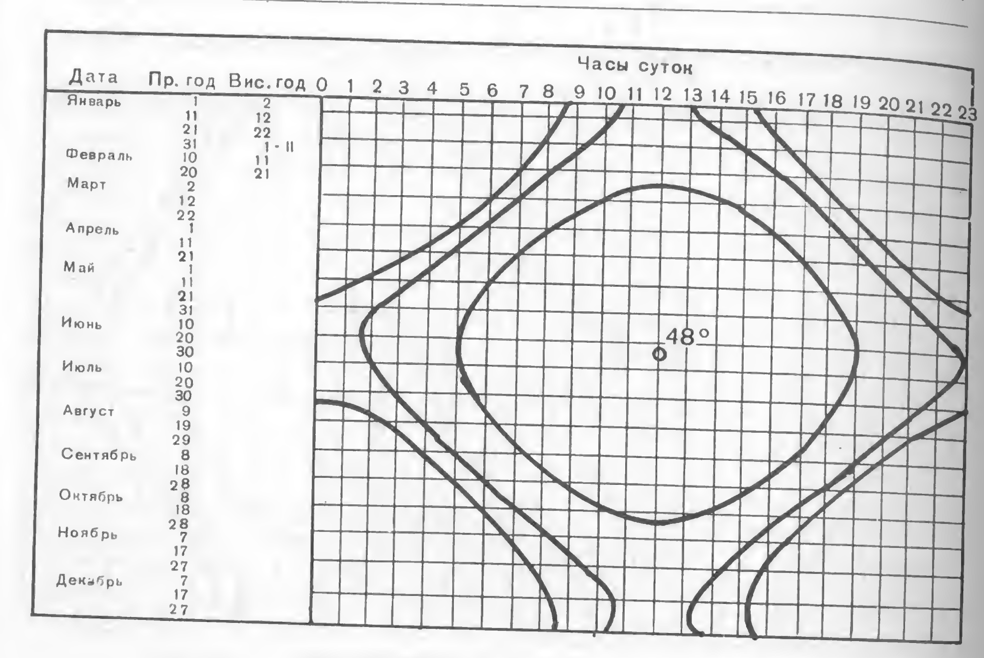


Рис. VII-5ж. Широта 65° (Архангельск 64,6°)

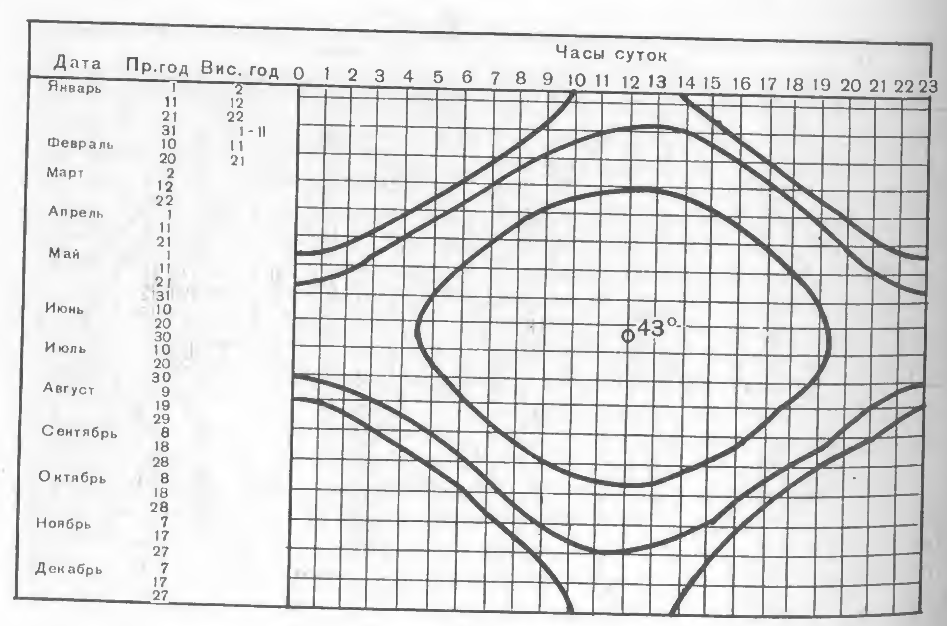


Рис. VII-5з. Широта 70° (Мурманск 69°)

прямыми лучами солнца, и *рассеянной освещенности*, создаваемой рассеянным светом неба. Сумма света неба и света солнца дает *полную*, или *суммарную, освещенность*. Когда солнце закрыто достаточно плотным облаком, а также в тенях предметов имеется только рассеянная освещенность.

Наличие облачности на небе в тех случаях, когда солнце не закрыто облаками, всегда приводит к повышению суммарной освещенности за счет увеличения рассеянной освещенности, создаваемой светом, вторично отражаемым облаками после его отражения от земной поверхности.

При наличии тонких полупрозрачных облаков, полностью закрывающих солнце, прямой солнечный свет заметно (в среднем в два-три раза) ослабляется, но полностью не устраняется.

В табл. VII-24 приведены средние значения дневной освещенности на плоскости, перпендикулярной лучам солнца, в зависимости от высоты солнца и состояния неба.

Таблица VII-24

Зависимость величины освещенности от высоты солнца и облачности, без снегового покрова (тыс. *лк*) (данные ориентировочные)

Высота солнца, *град.*	Безоблачно		Высококучевые и слоисто-кучевые облака								Кучевые и кучево-дождевые облака							
	солнца	тень	солнце				тень				солнце				тень			
			1/4*	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
5	13	3	13	14	14	14	3	4	4	4	13	14	14	14	3	3	3	4
10	31	4	32	32	32	32	5	6	6	6	32	32	32	32	4	4	5	5
15	39	6	39	40	40	40	6	8	9	9	39	40	40	40	6	7	7	6
20	51	7	52	53	54	57	7	10	12	13	52	54	54	54	8	10	10	8
25	60	8	61	63	65	68	10	13	16	17	62	64	64	63	10	13	13	12
30	66	9	68	72	75	77	12	17	21	22	69	71	71	70	16	16	16	16
35	73	10	76	81	84	86	14	20	23	24	77	79	79	78	17	18	18	18
40	80	12	83	89	92	94	15	22	25	28	84	86	86	86	18	21	21	20
45	86	13	92	96	99	101	18	24	28	32	90	93	93	92	20	23	23	22
50	92	14	98	103	105	108	19	26	29	34	97	99	99	100	22	24	24	24
55	98	15	105	109	111	114	21	26	30	35	103	105	105	106	23	25	25	25

* Здесь и далее — степень покрытия неба облаками.

В этой таблице в графе «солнце» дана суммарная освещенность (солнце + небо), которая имеет место, когда солнце не закрыто облаками. В графе «тень» дана рассеянная горизонтальная освещенность, которая получается, когда солнце закрыто плотным облаком. Четыре графы соответствуют разной степени покрытия неба облаками, которая определяется на глаз и практически безразлично, сконцентрированы ли облака в одной части неба или распределены по нему равномерно.

Наличие снегового покрова увеличивает рассеянную и, следовательно, суммарную освещенность; особенно заметно вследствие многократных отражений увеличение освещенности в тени при значительной облачности, достигающее двукратного по сравнению с освещенностью при отсутствии снегового покрова.

Во время сумерек освещенность непрерывно меняется, повышаясь во время утренних сумерек и понижаясь во время вечерних. Скорость изменения освещенности зависит от скорости погружения солнца; поэтому на северных широтах освещение меняется медленнее, чем на южных, и северные сумерки продолжительнее южных (см. графики на рис. VII-5).

На сумеречную освещенность (табл. VII-25) влияет состояние неба. Облачность, закрывая яркий сегмент зари, обычно ведет к снижению освещенности, однако иногда облачность, особенно при наличии снегового покрова, может вызвать увеличение сумеречной освещенности.

Таблица VII-25

Сумеречная освещенность горизонтальной поверхности при различных условиях (*лк*)

Условия \ Глубина погружения солнца, *град*	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Безоблачно	650	540	395	285	205	140	95	60	30	20	10	6	3
Высокая облачность	—	520	400	275	205	150	90	55	30	20	10	6	3
Низкая облачность	245	130	100	70	30	15	9	7	5	3	2	1	0,5

РАЗДЕЛ VIII

ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

КЛАССИФИКАЦИЯ КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

По операторскому применению киноосветительные приборы подразделяются на приборы направленного света (с регулируемым и нерегулируемым лучом); приборы направленно рассеянного света; приборы рассеянного (и бестеневого) света.

Отдельную группу составляют осветительные приборы специального операторского применения: с автономным аккумуляторным питанием; для подводных съемок; для работы в взрывоопасной атмосфере; для макетной и макросъемки; приборы с отфильтрованным ультрафиолетовым или инфракрасным излучением и т. п.

По светотехническим показателям киноосветительные приборы подразделяются на приборы ближнего действия — *светильники,* как правило, с нерегулируемым светораспределением в пределах относительно большого угла; приборы дальнего действия — *прожекторы* с относительно малым регулированием светораспределения в пределах относительно малых углов и *универсальные прожекторы* с значительным регулированием светораспределения, встречающиеся только в технике киносъемочного, телевизионного и театрального освещения и используемые для освещения как близких, так и удаленных объектов.

По используемому источнику света они подразделяются на приборы с лампами накаливания; с угольными дугами высокой интенсивности; с газоразрядными лампами.

По оптической схеме приборы подразделяются на светильники с зеркальными отражателями (и часто с дополнительными передними рассеивателями); с направленно-рассеивающими отражателями; с рассеивающими (диффузно отражающими) отражателями; бестеневые — с рассеивающими отражателями и затенителями. Прожекторы подразделяются на отражательные, с преломляющей оптикой и со смешанной оптикой, т. е. с отражателем и линзой.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

1. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Кривая светораспределения — показывает значения величин силы света осветительного прибора в различных угловых направлениях. Обычно для киноосветительных приборов приводится одна продольная кривая — для горизонтальной плоскости, и только для светильников с резко выраженным несимметричным относительно оси светораспределением приводятся две кривые — для горизонтальной и вертикальной плоскостей. Для приборов с регулируемым светораспределением, в частности для кинопрожекторов, приводятся, как правило, две кривые — для так называемых «узкого» (источник света в фокусе оптической системы) и «широкого» (максимальная расфокусировка) лучей. Кривые светораспределения киноосветительных приборов, в отличие от кривых источников света, строятся обычно в прямоугольных координатах.

Максимальная сила света $I_{\text{макс}}$ осветительного прибора чаще всего совпадает с *осевой силой света* $I_{\text{ос}}$. Исключение составляют светильники с асимметричным светораспределением типа, например, «Кососвет», у которых эти силы света не совпадают. При значительной расфокусировке кинопрожекторов на широком луче сила света по оси может быть несколько меньше максимальной. При этом в центре светового пятна наблюдается снижение освещенности по сравнению с соседними участками, которое, однако, не должно превышать величины 10—15%, являющейся критерием допустимой степени расфокусировки луча прожектора.

Угол рассеяния осветительного прибора 2α представляет собой плоский угол, в пределах которого сила света снижается до определенной доли от максимального значения. Различают два угла рассеяния — определяемый по снижению силы света до половины максимального значения ($0{,}5\ I_{\text{макс}}$) и до одной десятой максимального значения ($0{,}1\ I_{\text{макс}}$). Знание первого существенно важно при групповом, т. е. наиболее частом использовании осветительных приборов; второй необходимо учитывать при одиночном применении осветительных приборов, в особенности имеющих большие углы рассеяния. Во всех приводимых таблицах характеристик киноосветительных приборов всюду нами указан угол рассеяния 2α по $0{,}5\ I_{\text{макс}}$.

Коэффициент полезного действия (к.п.д.) осветительного прибора представляет собой отношение светового потока осветительного прибора в пределах полезного угла рассеяния к световому потоку источника света. К.п.д. прибора имеет особенно существенное значение при выборе кинооператором осветительных приборов для освещения при съемке в условиях недостатка электрической мощности, например, при выездных съемках.

У осветительных приборов с регулируемым лучом при изменении фокусировки к.п.д. изменяется, при расфокусировке он увеличивается. Применение любых насадок —рассеивателей, светофильтров, шторок, тубусов и др. — всегда снижает к.п.д. прибора.

Фотометрическое расстояние представляет собой расстояние от осветительного прибора, начиная с которого можно считать допустимым определение освещенности освещаемой поверхности по закону обратных квадратов (стр. 228), вообще справедливому только для точечных источников света. Величина фотометрического расстояния у светильников зависит от их размеров и характера светораспределения отражающих или рассеянно пропускающих свет оптических элементов, а у прожекторов — от фокусного расстояния и размеров оптических элементов и источника света, определяющих собой так называемую *дистанцию оформления луча*. Практическим фотометрическим расстоянием для киноосветительных приборов принято считать такое, начиная с которого и далее от осветительного прибора освещенность, рассчитанная по закону обратных квадратов, отличается от действительно измеренной не более чем на 5—10%.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

К этим характеристикам относятся: род тока, мощность или сила тока, напряжение, габариты, масса, характеристика узлов сочленения с опорами или подвесами, максимальная допускаемая продолжительность непрерывной работы, ресурс, степень защищенности от окружающей среды, температура рабочей поверхности и т. п.

Необходимо указать, что обычно приводятся характеристики исправных, чистых осветительных приборов с оптическими элементами и источниками света, имеющими *номинальные* (по ГОСТ или ТУ) *характеристики* при номинальном (по напряжению или силе тока) режиме питания.

Практические светотехнические параметры при выпуске с завода могут отличаться от номинальных для:

ламп накаливания — на 20%,
киносъемочных углей — на 15—20%,
газоразрядных ламп — на 20%,
линз Френеля — на 10—12%,
металлических зеркальных отражателей — на 5—6%.

В процессе эксплуатации в пределах установленного срока службы ухудшение характеристик (старение) может составлять для:

ламп накаливания (не галогенных) — 25%,
газоразрядных ламп — 25%,
металлических зеркальных отражателей — 10—15%.

Загрязнение (устраняемое очисткой) оптических элементов осветительных приборов и колб источников света может вести к ухудшению характеристик осветительных приборов на 50% и даже более. Неправильная юстировка ламп и контротражателей в прожекторах с линзами Френеля, снижая силу света на 30—40%, может значительно повлиять на характер светораспределения прожектора и исказить форму светового пятна.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ТИПОВ КИНООСВЕТИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

1. КИНОПРОЖЕКТОРЫ С ЛИНЗАМИ ФРЕНЕЛЯ И ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ (ТАБЛ. VIII-1 И VIII-2)

Кинопрожекторная лампа накаливания (рис. VIII-1), установленная в центре кривизны зеркального сферического контротражателя, может перемещаться вместе с ним относительно линзы Френеля вдоль ее оптической оси. При этом изменяются угол рассеяния и сила света прожектора.

Общая характеристика. Прожекторы отличаются большими пределами изменения силы света (до 1:10) и угла рассеяния (до 1:4) при сохранении хорошего качества светового пятна.

Коэффициент полезного действия. Имеют невысокий коэффициент полезного действия: от 12—15% на узком луче и до 20—30% на широком луче.

Тенеобразование. Образуют тени средней резкости; при расфокусировке тени становятся более резкими.

Рекомендуются для всех основных элементов направленного (преимущественно светотеневого) освещения в павильонах, естественных интерьерах и при ночной натурной съемке.

Не рекомендуются для применения с рассеивателями как с индивидуальными, так и общими для группы прожекторов, вследствие низкого коэффициента полезного действия.

Для рассеянного освещения более выгодно использовать специальные приборы направленно рассеянного (с возможным применением рассеивателей), рассеянного и бестеневого света.

Выпускаются кинопрожекторы типа «Заря» с лампами типа КПЖ и КГК для напряжений 110 и 220 *В*, с штырковыми цоколями типа *G* или цоколями М60.

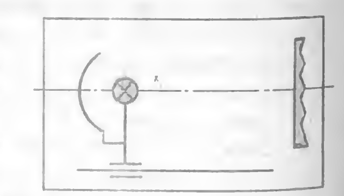


Рис. VIII-1

Таблица VIII-1

Механические характеристики кинопрожекторов типа «Заря»

Название кинопрожектора	Диаметр линзы, мм	Лампа	Габариты, мм			Масса, кг	Присоединительные элементы лиры	Рекомендуемый штатив
			ширина	высота*	длина			
«Звездочка»	100	КПЖ 110-150	210	290	200	2,5	Втулка 13 мм	Ш-3, ШОЛ
«Заря-500»	150	КПЖ 110-500-1, КПЖ 220-500	280	400	310	3,0	То же	То же
«Заря-2000»	250	КПЖ 110-2000-1, КПЖ 220-2000-1, КГК 110-2000, КГК 220-2000	420	720	455	10,5	Втулка 18 мм	Ш-25, ШС
«Заря-5000»	355	КПЖ 110-5000-1, КПЖ 220-5000, КГК 110-5000, КГК 220-5000	555	760	620	22	Втулка 26 мм	Ш-25, ШС
«Заря-10000»	505	КПЖ 110-10000, КПЖ 220-10000, КГК 110-10000, КГК 220-10000	720	1170	890	45	Штырь 30 мм	Ш-100, ШБ
«Заря-10000» **	610	То же	720	1170	910	51	То же	То же
«Заря-20000»	870	импортные: 110-20000, 220-20000 или как у «Заря-10000»	1060	1300	1200	124	Втулка 45 мм	Ш-200

* Высота с лирой.
** Кинопроектор «Заря-10000» упрочненной конструкции для выездных съемок имеет такие же светотехнические характеристики.

Таблица VIII-2

Светотехнические характеристики кинопрожекторов типа «Заря»

Название прожектора	Мощность лампы, *Вт*	Узкий луч		Широкий луч	
		I, *кд*	2 α, *град.*	*I*, *кд*	2 α, *град.*
«Звездочка»	150	17 000	7	3 000	36
«Заря-500»	500	50 000	10	6 000	50
«Заря-2000»	2000	235 000	10	40 000	50
«Заря-5000»	5000	700 000	8	65 000	50
«Заря-10000», линза 505 *мм*	10000	1 500 000	8	180 000	43
«Заря-10000», линза 610 *мм*	10000	2 200 000	7	180 000	48
«Заря-20000»	10000	3 000 000	6	300 000	35
«Заря-20000»	20000	5 000 000	7	500 000	43

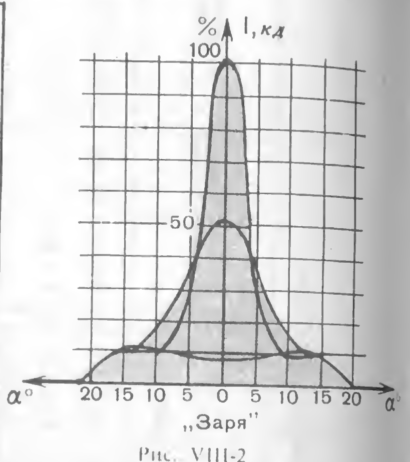


Рис. VIII-2

По световым характеристикам к кинопрожекторам типа «Заря» близки ранее выпускавшиеся кинопрожекторы КПЛ и телевизионные прожекторы ТПЛ с лампами таких же мощностей.

Практическая дистанция оформления луча у прожекторов «Заря»: на узком луче — 13 диаметров линзы; на широком луче — 8 диаметров линзы.

К прожекторам изготовляют дополнительные приспособления: вращающиеся кольца со съемными шторками, конверты для пленочных светофильтров, рамки для поглотителей, тубусы с различными по диаметру масками, стеклянные интерференционные компенсационные светофильтры, устанавливаемые внутри прожектора на оправе линзы.

2. КИНОПРОЖЕКТОРЫ С ЛИНЗАМИ ФРЕНЕЛЯ И ДУГОВЫМИ ЛАМПАМИ (ТАБЛ. VIII-3 И VIII-4)

Угольная дуговая лампа (рис. VIII-3) с горизонтально расположенным положительным углем может перемещаться относительно линзы Френеля вдоль ее оптической оси. При этом изменяются угол рассеяния и сила света прожектора.

Общая характеристика. Прожекторы отличаются большими пределами изменения силы света (до 1:10) и угла рассеяния (до 1:4) при сохранении хорошего качества светового пятна.

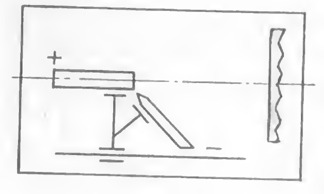


Рис. VIII-3

Коэффициент полезного действия. Имеют невысокий коэффициент полезного действия: от 12—15% на узком луче и до 20—30% на широком луче.

Тенеобразование. Образуют тени средней резкости, становящиеся более резкими при расфокусировке.

Таблица VIII-3

Механические характеристики кинопрожекторов типа «Пламя» и КПД

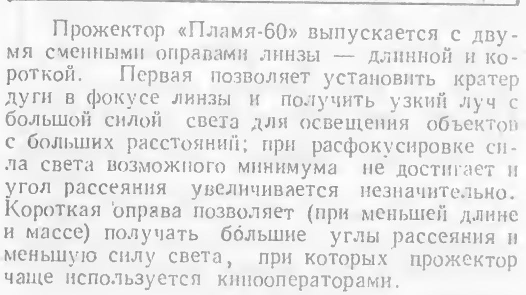
Название кинопрожектора	Диаметр линзы, *мм*	Типы углей	Габариты, *мм*			Масса, *кг*	Присоединительные элементы лиры	Рекомендуемый штатив
			ширина	высота*	длина			
КПД-50	505	КСБ 16/11-150, КСЖ 16/11-150	900	1290	824	98,5	Штырь 30 *мм*	Ш-100, ШБ
«Пламя-60» (короткая оправа)	610	КСБ 16/14-225, КСЖ 16/14-225	970	1160	950	87	То же	Ш-100, ШБ
«Пламя-60» (длинная оправа)	610	То же	970	1160	1070	90	» »	Ш-100, ШБ
«Пламя-60-150»	610	КСБ 16/11-150 КСЖ 16/11-150	905	1200	980	89	» »	Ш-100, ШБ
«Пламя-87»	870	КСБ 16/14-225 КСЖ 16/14-225	1060	1145	1195	135	Втулка 45 *мм*	Ш-200

* Высота с лирой.

Таблица VIII-4

Светотехнические характеристики кинопрожекторов типа «Пламя» и КПД

Название кинопрожектора	Сила тока, А	Узкий луч		Широкий луч	
		I, кд	2α, град	I, кд	2α, град
КПД-50	150	3 000 000	8,5	300 000	28
«Пламя-60» (короткая оправа)	225	3 900 000	6,5	600 000	46
«Пламя-60» (длинная оправа)	225	7 000 000	4	3 700 000	7
«Пламя-60-150»	150	5 000 000	4	400 000	40
«Пламя-87»	225	11 000 000	5	1 000 000	28



Прожектор «Пламя-60» выпускается с двумя сменными оправами линзы — длинной и короткой. Первая позволяет установить кратер дуги в фокусе линзы и получить узкий луч с большой силой света для освещения объектов с больших расстояний; при расфокусировке сила света возможного минимума не достигает и угол рассеяния увеличивается незначительно. Короткая оправа позволяет (при меньшей длине и массе) получать бо́льшие углы рассеяния и меньшую силу света, при которых прожектор чаще используется кинооператорами.

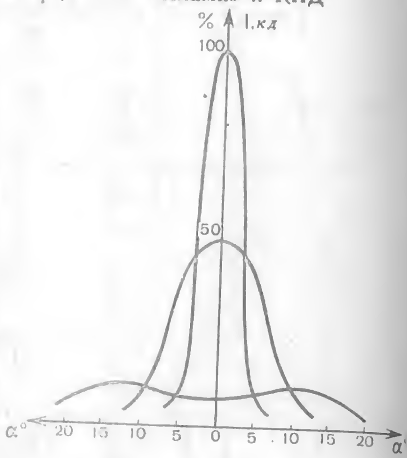


Рис. VIII-4

Практическая дистанция оформления луча у прожекторов типа «Пламя» и КПД: на узком луче — 14 диаметров линзы, на широком луче — 9 диаметров линзы.

Рекомендуются для выравнивающего света при дневной натурной цветной съемке. В отдельных случаях — для эффектного света в павильонах.

Не рекомендуются для постоянного использования в павильонах из-за больших потерь, связанных с необходимостью применения компенсационных светофильтров типа ДБ-ЛН при совместной работе с лампами накаливания, и вследствие эксплуатационных недостатков — шумы, невысокая стабильность, выделение газов, пожарная опасность, необходимость индивидуального обслуживания.

Выпускаются кинопрожекторы типа «Пламя» и КПД для использования с белопламенными углями высокой интенсивности типа КСБ и желтопламенными типа КСЖ. В обычных условиях для получения правильной цветопередачи должны применяться со светофильтрами типа ДБ-ДС (при углях КСБ) или типа ДЖ-ЛН (при углях КСЖ).

К прожекторам выпускаются дополнительные приспособления: шторки, рамки для пленочных светофильтров, рамки для поглотителей, тубусы, коленчатые рычаги для выносных затенителей.

3. КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ С ЗЕРКАЛЬНЫМИ ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ (ТАБЛ. VIII-5 И VIII-6)

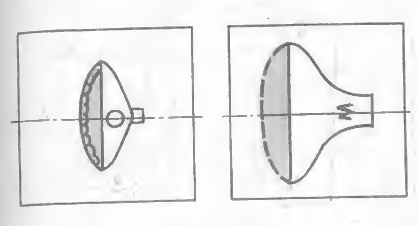


Рис. VIII-5.

В киноосветительных приборах (рис. VIII-5) типа «Накал» и ОПЗ используются установленные по одной в легких защитных корпусах зеркальные лампы накаливания в выдувных колбах типа ЗК. В приборах типа «Фара» применяются лампы-фары типа ЛФКГ или ЛФКГИ, установленные по три в вертикальных коробах, которые в свою очередь монтируются по два («Фара-6») или по три («Фара-9»).

Общая характеристика. Приборы отличаются большими значениями силы света и средними значениями углов рассеяния при относительно малых габаритах и массе; качество светового пятна хорошее.

Коэффициент полезного действия. Имеют высокий коэффициент полезного действия — около 60% для приборов типа «Накал» и ОПЗ и около 25% для приборов типа «Фара» с лампами без интерференционного покрытия.

Тенеобразование. Приборы с одиночными лампами образуют резкие тени. Приборы с несколькими лампами образуют тени средней резкости; при малых удалениях объектов от поверхностей, на которые отбрасываются тени, наблюдается дробление краев этих теней.

Рекомендуются для всех основных элементов направленного (преимущественно светотеневого) освещения при выездных съемках в помещениях и на ночной натуре и при небольших по масштабу съемках на натуре в дневное и особенно режимное время (с применением компенсационных светофильтров типа ЛН-ДС). Группы приборов типа «Накал» выгодно применять в павильонах, как приборы верхнего света.

Не рекомендуются для использования в павильонах для основных элементов освещения ввиду отсутствия возможности регулирования силы света и угла рассеяния, а также вследствие относительно небольших световых мощностей в единице оборудования.

Выпускаются осветительные приборы типа «Накал» с необходимыми насадками, включающими рамки для установки цветных пленочных и стеклянных интерференционных светофильтров, шторки, коленчатые рычаги, струбцины для прикрепления приборов к местным предметам на съемочной площадке. Приборы типа «Накал» можно применять для работы с рук, что особенно важно при использовании приборов в условиях выездной и, в частности, хроникальной и документальной съемки.

Приборы типа «Накал» выпускаются в чемоданах, приборы типа «Фара» — в специальных контейнерах.

Таблица VIII-5

Механические характеристики киноосветительных приборов с зеркальными лампами накаливания

Название прибора	Диаметр одной лампы, *мм*	Типы ламп	Габариты, *мм*			Масса, *кг*	Присоединительные элементы лиры	Рекомендуемый штатив	Примечание
			ширина	высота	длина (глубина)				
«Накал-500»	112	ЗК127-500, ЗК220-500	165	250	235	1,5	Втулка 13 *мм*	Ш-3, ШОЛ	Высота с прижатой к корпусу ручкой. Два прибора в чемодане
«Накал-1500»	180 или 201	ЗК110-700, ЗК220-700 ЗК110-1000, ЗК220-1000, ЗК110-1500, ЗК220-1500	270	340	370	1,75	То же	То же	Высота с прижатой к корпусу ручкой. Один прибор в чемодане
«Накал-2500»	250	ЗК110-2500, ЗК220-2500	350	400	390	3	» »	» »	То же
«Фара-6»	115	ЛФКГ110-500, ЛФКГИ110-500	380	610	115	5,5	Втулка 18 *мм*	Ш-25, ШС	Один прибор в контейнере
«Фара-9»	115	То же	520	610	115	7	То же	То же	То же
2-ОПЗ	180	ЗК110-700, ЗК220-770	490	300	340	4	Штырь 18 *мм*	Ш-6, ШМ	Установка на штатив Ш-6 с переходником
4-ОПЗ	180	То же	490	500	340	5	То же	То же	То же

Таблица VIII-6

Светотехнические характеристики киноосветительных приборов с зеркальными лампами накаливания

Название прибора	Мощность ламп, *Вт*	Светораспределение			
		Одной лампы		прибора	
		I, *кд*	2 α, *град.*	*I*, *кд*	2 α, *град.*
«Накал-500»	500	7 900*	45	7 900*	45
«Накал-1500»	700	18 000	42	18 000	42
«Накал-1500»	1000	30 000	30	30 000	30
«Накал-1500»	1500	60 000	30	60 000	30
«Накал-2500»	2500	100 000	30	100 000	30
«Фара-6» (ЛФКГ)	6×500	35 000	20	200 000	20
«Фара-6» (ЛФКГИ)	6×500	17 000	20	100 000	20
«Фара-9» (ЛФКГ)	9×500	35 000	20	300 000	20
«Фара-9» (ЛФКГИ)	9×500	17 000	20	150 000	20
2-ОПЗ**	2×700	18 000	42	25 000	55
4-ОПЗ**	4×700	18 000	42	50 000	55

* С лампой 127 *В* сила света 10 000 *кд*.

** Приборы ОПЗ с 1976 г. сняты с производства, но временно разрешены к применению при условии заземления корпуса прибора в соответствии с ПУЭ.

У приборов типа «Фара» вертикальные секции по три лампы могут поворачиваться вокруг вертикальной оси, несколько изменяя характер светораспределения прибора в целом.

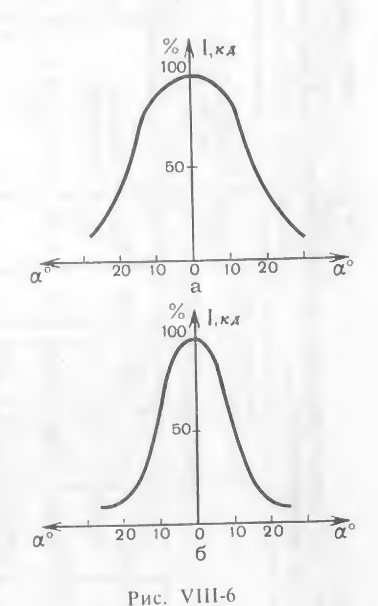
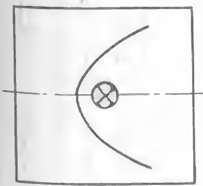


Рис. VIII-6

Практическая дистанция оформления луча у зеркальных ламп накаливания составляет около 7 диаметров выходного отверстия колбы

4. КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ НАПРАВЛЕННО-РАССЕЯННОГО СВЕТА С ГАЛОГЕННЫМИ ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ (ТАБЛ. VIII-7 И VIII-8)

В киноосветительных приборах (рис. VIII-7) типа «Свет» и «Марс» в фокусе параболоидного корытообразного отражателя с направленно рассеивающей альзакированной поверхностью неподвижно установлена линейная трубчатая галогенная лампа накаливания типа КГ. У приборов типа «Марс» жестко соединены две или три секции. У прибора «Свет-8000» — четыре секции.


Рис. VIII-7

Общая характеристика. Приборы отличаются относительно высокими значениями световой мощности при небольших габаритах и массе. Световое пятно имеет вытянутую по горизонту почти

Таблица VIII-7

Механические характеристики киноосветительных приборов направленно рассеянного света с галогенными лампами накаливания

Название прибора	Размеры выходного отверстия, *мм*	Типы ламп	Габариты, *мм*			Масса, *кг*	Присоединительные элементы лиры	Рекомендуемый штатив
			ширина	высота	глубина			
«Свет-500»	133×103	КГ110-500, КГ220-500-1	235	155	100	0,8	Резьбовое отверстие	Ш-3, ШОЛ
«Свет-1000»	200×175	КГ110-1000, КГ220-1000-3	250	270	135	1,95	Штырь 18 *мм*	То же
«Свет-1000М»	200×175	КГ110-1000-1, КГ220-1000-4	250	230	120	1,95	Втулка 13 *мм*	» »
«Свет-2000»	290×200	КГ220-2000-3	410	390	120	3,5	То же	» »
«Свет-2000М»	240×195	КГ110-2000, КГ220-2000-5	360	420	150	4,0	» »	Ш-6, ШМ
«Свет-5000»	360×260	КГ110-5000, КГ220-5000	680	530	250	10,5	Втулка 26 *мм*	Ш-25, ШС
«Свет-10000»*	500×330	КГ110-10000, КГ220-10000	—	—	—	15	То же	То же
«Марс-2000»	2 по 160×70	2×КГ110-1000-1, 2×КГ220-1000-4	300	395	80	2,3	Втулка 13 *мм*	Ш-3, ШОЛ
«Марс-3000»	3 по 160×70	3×КГ110-1000-1, 3×КГ220-1000-4	300 300	485	80	3,2	То же	То же
«Свет-8000» («Рама»)	4 по 240×195	4×КГ110-2000, 4×КГ220-2000-5	975**	1050**	330**	30,0	Втулка 26 *мм*	Ш-25, ШС

* Прибор «Свет-10000» проектируется, данные ориентировочные.
** Размеры рамы с лирой.

Таблица VIII-8

Светотехнические характеристики киноосветительных приборов направленно рассеянного света с галогенными лампами накаливания

Название прибора	Мощность лампы, *Вт*	Светораспределение					
		одной секции			прибора		
		I, кд	2 α, *град.* верт.	2 α, *град.* гориз.	*I, кд*	2 α, *град.* верт.	2 α, *град.* гориз.
«Свет-500»	500	6 000	65	85	6 000	65	85
«Свет-1000М»	1000	13 000	65	85	13 000	65	85
«Свет-2000»	2000	25 000	65	85	25 000	65	85
«Свет-2000М»	2000	30 000	55	80	30 000	55	80
«Свет-5000»	5000	55 000	55	85	55 000	55	85
«Свет-10000»	10000	130 000	60	90	130 000	60	90
«Марс-2000»	2×1000	15 000	50	80	30 000	50	80
«Марс-3000»	3×1000	15 000	50	80	45 000	50	80
«Свет-8000» («Рама»)	4×2000	30 000	55	80	100 000	55	80

Примечание. У приборов типа «Марс» оптические оси секций параллельны. У прибора «Свет-8000» отдельные секции («Свет-2000М») могут быть повернуты. Прибор «Свет-10000» проектируется, данные ориентировочные.



Рис. VIII-8

Практическая дистанция оформления луча у приборов типа «Свет» и «Марс» приблизительно 7 диагоналей выходного отверстия

прямоугольную форму с плавным спадом освещенности от центра к краям.

Коэффициент полезного действия. Имеют очень высокий коэффициент полезного действия, составляющий около 50—60%.

Тенеобразование. Образуют тени средней резкости с заметно более размытыми вертикальными краями. У приборов с несколькими лампами (типа «Марс», «Свет-8000») при малых расстояниях от поверхностей, на которые отбрасываются тени, наблюдается дробление краев этих теней.

Рекомендуются для всех основных элементов освещения на выездных съемках в естественных интерьерах (иногда с рассеивателями) и для выравнивающего (заполняющего) света при небольших по масштабу дневных, натурных съемках и съемках в режимное время с использованием компенсационных светофильтров типа ЛН-ДС. Приборы типа «Свет» с лампами мощностью 2000 *Вт* и выше удобны для основного направленного и выравнивающего света в павильонах, а также для освещения небольших и средних фонов и задников.

Приборы типа «Марс», имеющие уменьшенные габариты и массу, рекомендуются в основном для событийной документальной съемки.

Не рекомендуются приборы типа «Марс» для использования при смешанном освещении, а также при съемке художественных и научно-документальных фильмов из-за отсутствия возможности установки светофильтров и дополнительных насадок.

Выпускаются приборы типа «Свет» со всеми насадочными приспособлениями: шторками, конвертами для пленочных светофильтров, оправами для стеклянных интерференционных светофильтров, коленчатыми рычагами. Приборы типа «Свет» мощностью до 2000 *Вт* включительно выпускаются в чемоданах, а приборы типа «Марс» выпускаются в чемоданах, рассчитанных на два прибора каждый.

5. КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ РАССЕЯННОГО И БЕСТЕНЕВОГО СВЕТА С ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ (ТАБЛ. VIII-9 И VIII-10)

Одна (рис. VIII-9) кинопрожекторная (приборы типа ПБТ) или несколько линейных трубчатых галогенных ламп накаливания (приборы типа «Кварц») установлены неподвижно внутри диффузно рассеивающего отражателя круглой или корытообразной параболоидной формы. В бестеневом варианте затенитель перекрывает прямые лучи от тела накала лампы.

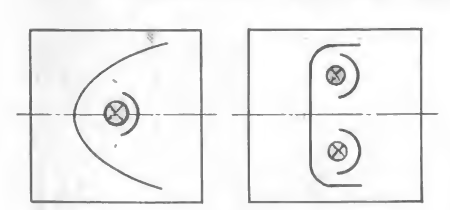


Рис. VIII-9

Общая характеристика. Приборы отличаются относительно большими размерами светящейся поверхности; некоторые из них (типа ПБТ, «Кварц-4») являются комбини-

Таблица VIII-9

Механические характеристики киноосветительных приборов рассеянного и бестеневого света с лампами накаливания

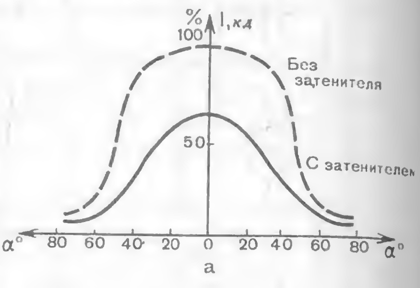
Название прибора	Размеры выходного отверстия, мм	Типы ламп	Габариты, мм: ширина	высота*	длина (глубина)	Масса, кг	Присоединительные элементы лиры	Рекомендуемый штатив
ПБТ-50	Ø500	КПЖ 110-2000-1, КПЖ 220-2000-1, КГК 110-2000, КГК 220-2000	595	710	480	8,5	Втулка 18 *мм*	Ш-25, ШС
ПБТ-70	Ø700	КПЖ 110-5000-1, КПЖ 220-5000, КГК 110-5000, КГК 220-5000	790	945	620	13	То же	То же
ПБТ-90	Ø900	КПЖ 110-10000, КПЖ 220-10000, КГК 110-10000, КГК 220-10000	960	1190	670	20	Втулка 26 *мм*	» »
«Кварц-4000»	650×550	2×КГ110-2000, 2×КГ220-2000-5	900	750	360	19	То же	» »
«Кварц-8000М»	800×800	4×КГ 110-2000, 4×КГ 220-2000-5	1100	1120	350	32	» »	Ш-40, ШС
«Кварц-8000Р»	800×800	То же	870	1210	400	32	» »	То же

* Высота с лирой.

Таблица VIII-10

Светотехнические характеристики киноосветительных приборов рассеянного и бестеневого света с лампами накаливания

Название прибора	Мощность, *Вт*	Светораспределение			
		рассеянное		бестеневое	
		I, кд	2 α, *град.*	*I, кд*	2 α, *град.*
ПБТ-50	2000	13 000	90	8 500	90
ПБТ-70	5000	41 000	90	26 000	95
ПБТ-90	10000	150 000	90	100 000	85
«Кварц-4000»	2×2000	30 000	100	20 000	100
«Кварц-8000М»	4×2000	—	—	40 000	100



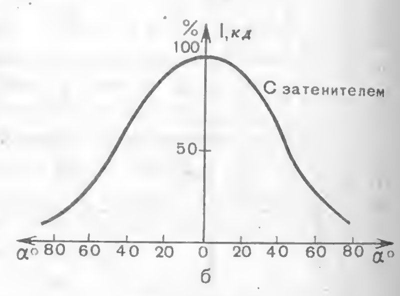


Рис. VIII-10

Практическая дистанция оформления луча у приборов ПБТ и «Кварц» приблизительно 4—5 диаметров или диагоналей выходного отверстия прибора

рованными, т. е. их можно использовать и как приборы рассеянного света (с отведенным затенителем) и как приборы бестеневого света (с затенителем в рабочем положении). Кривая светораспределения плавная с малым изменением силы света в рабочей части угла рассеяния.

Коэффициент полезного действия. Имеют очень высокий коэффициент полезного действия: в варианте рассеянного света — 55—65%, в варианте бестеневого света — 35—40%.

Тенеобразование. При работе без затенителя образуются мягкие тени; с затенителем при относительно малых рабочих расстояниях тени практически отсутствуют (бестеневой свет).

Рекомендуются для основного и выравнивающего (заполняющего) света при преимущественно тональном освещении и для выравнивающего (заполняющего) света при преимущественно светотеневом освещении в павильонах и естественных интерьерах. Удобны (без затенителей) для освещения с близкого расстояния участков фонов, задников и стен декораций.

Не рекомендуются для использования на натурных съемках, а также и с применением рассеивателей.

Выпускаются приборы типа ПБТ с насадочными приспособлениями: вращающимся кольцом с одной шторкой, конвертом для пленочных светофильтров, рамкой для поглотителей. Приборы типа «Кварц» — с шторкой и конвертом для пленочных светофильтров.

6. КИНООСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ НАПРАВЛЕННОГО СВЕТА МИНИАТЮРНЫЕ С ГАЛОГЕННЫМИ ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ (ТАБЛ. VIII-11 И VIII-12)

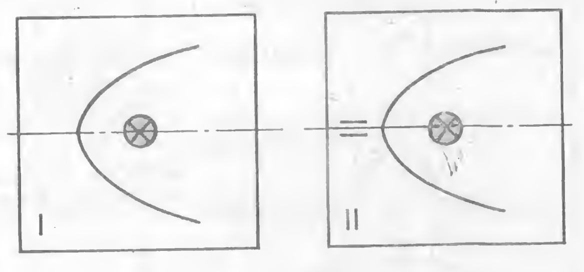


Рис. VIII-11

Миниатюрная низковольтная галогенная лампа накаливания (рис. VIII-11) располагается около фокуса круглого параболоидного отражателя, имеющего структурную альзакированную поверхность. Варианты: лампа неподвижная (I) или лампа может быть перемещена (II) вдоль оптической оси отражателя с изменением светораспределения.

Общая характеристика. Приборы отличаются относительно высокими световыми мощностями при малых габаритах и массе. Предназначены в основном для работы с рук или могут быть установлены на киносъемочную камеру. Не требуют обслуживания на съемке рабочими-осветителями.

Коэффициент полезного действия. Имеют высокий коэффициент полезного действия, достигающий 60—65%.

Тенеобразование. Образуют тени средней резкости. Прибор с тремя лампами («Блик-300») образует тени с дроблеными краями.

Рекомендуются для основного направленного света при репортажной киносъемке крупных и средних планов. Удобны для выравнивающего (заполняющего) света при смешанном освещении в небольших естественных интерьерах (с компенсационными интерференционными или пленочными светофильтрами ЛН-ДС).

Не рекомендуются для использования при павильонных киносъемках.

Выпускаются с различными насадочными приспособлениями.

Кроме перечисленных основных типов киноосветительных приборов, выпускаются специальные приборы:

«Кососвет-5000» — для освещения фонов высотой до 8 *м* с освещенностью до 2000—5000 *лк*. В приборе используется одна линейная галогенная лампа накаливания мощностью 5000 *Вт* типа КГ110-5000 или

Таблица VIII-11

Механические характеристики киноосветительных приборов направленного света, миниатюрных с галогенными лампами накаливания

Название прибора	Диаметр выходного отверстия, *мм*	Тип ламп	Габариты, *мм*			Масса, *кг*	Примечание
			ширина	высота	длина (глубина)		
«Луч-300»	80	КГМ30-300	104	208	102	0,4	С отдельным переносным трансформатором с массой 5,2 *кг*
«Луч-300М»	70	КГМ30-300-2	100	205	105	0,5	С аккумуляторной батарeей с массой 13 *кг* (1978 г.)
«Луч-500»	125	КГМ110-500 КГМ220-1000-1	150	170	140	1,5	С лампой 1000 *Вт* допускается только кратковременная работа
«Блик-100»	80	КГМ-12-100	110	160	85	0,33	С аккумуляторной батареей. Имеет два сменных отражателя — направленно рассеивающий и рассеивающий
«Блик-300»	3×80	3×КГМ12-100	300	125	90	0,9	С аккумуляторной батареей. Представляет собой три объединенных прибора «Блик-100»

Приборы «Луч-300» и «Луч-300М» предназначены для работы с рук. Приборы «Блик» устанавливаются на киносъемочный аппарат.

КГ220-5000. Приборы работают парами: один — сверху, а второй — с пола. Одна пара освещает по длине 2—3 *м* фона.

«Контрсвет» — кинопрожектор с параболоидным круглым зеркальным отражателем диаметром 480 *мм* и кинопрожекторной лампой накаливания типа КПЖ или КГК мощностью от 2000 до 5000 *Вт*. Прожектор имеет максимальную силу света от 2 до 3 млн. *кд*, падающую при расфокусировке в два-три раза при углах рассеяния, изменяемых от 5—7 до 11—14°. Применяется, имея относительно неравномерное по освещенности световое пятно, в основном для контрового света при работе с больших расстояний.

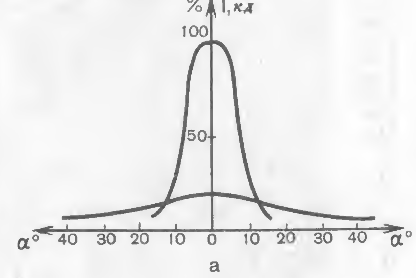
«Скат-300» — подводный осветительный прибор с автономным аккумуляторным питанием. Галогенная лампа накаливания КГ30-300-2 может перемещаться внутри параболоидного зеркального (со структурной поверхностью) отражателя, давая силу света, изменяемую в пределах 70 000—14 000 *кд* при углах рассеяния от 11—12 до 18—20°.

Таблица VIII-12

Светотехнические характеристики миниатюрных киноосветительных приборов направленного света с галогенными лампами накаливания

Наименование прибора	Мощность, *Вт*	Светораспределение				Фокусировка
		узкий луч		широкий луч		
		I, *кд*	2α, *град.*	*I*, *кд*	2α, *град*	
«Луч-300»	300	25 000	14	--	—	Нет
«Луч-300М»	300	45 000	15	10 000	35	Есть
«Луч-500»	500	25 000	30	10 000	60	Есть
«Блик-100»*	100	15 000	15	3 000	35	Нет
«Блик-300»	3×100	35 000	25	—	—	Нет

* Изменение светораспределения прибора «Блик-100» осуществляется сменой отражателя.



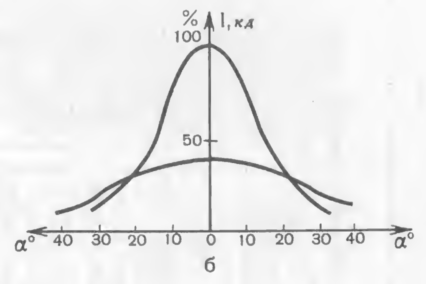


Рис. VIII-12

Практическая дистанция оформления луча около 1 *м*

ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ЦВЕТНЫЕ СВЕТОФИЛЬТРЫ

Осветительные цветные светофильтры применяются на осветительных приборах для приведения их излучения к необходимому, например, при смешивании с излучением других источников света (компенсационные), для ослабления их излучения (нейтральные), для получения так называемого *эффектного цветного освещения* (эффектные). Некоторые из этих светофильтров используются также и для перекрывания оконных проемов при съемке в естественных интерьерах днем.

1. ПЛЕНОЧНЫЕ СВЕТОФИЛЬТРЫ

Осветительные светофильтры НИКФИ изготовляют на ацетилцеллюлозной пленочной основе с тонким окрашенным желатиновым слоем и выпускают в виде рулонов шириной 580 *мм* или форматных листов размером 580×600 *мм*.

При соблюдении установленных требований эксплуатации сроки службы светофильтров на прожекторах с линзами Френеля и приборах

Таблица VIII-13

Компенсационные пленочные светофильтры

№ фильтра	Марка	Цвет	Коэффициент пропускания	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
1	ДБ-ДС	Бледно-желтый	0,80	На прожекторах типа «Пламя» и КПД с углями КСБ для приведения к среднему дневному свету с $T_{цв} = 5000-5500$ К	Рис. VIII-13
2	ДЖ-ЛН	Желтый	0,65	То же с углями КСЖ для приведения к свету ламп накаливания с $T_{цв} = 3200-3250$ К	
3	ДБ-ЛН	Желтый	0,42	То же с углями КСБ для приведения к свету ламп накаливания с $T_{цв} = 3200-3250$ К. На световых проемах помещений в пасмурную погоду или в тени при съемке с лампами накаливания	
3а	$^1/_2$ (ДБ-ЛН)	Желтый	0,6	То же для получения света с $T_{цв}$ около 4000 К. На световых проемах помещений при «теплых» фазах естественного света для съемок с лампами накаливания	

Продолжение табл. VIII-13

№ фильтра	Марка	Цвет	Коэффициент пропускания	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
4	КС-ЛН	Желтый	0,47	На прожекторах с ксеноновыми лампами для приведения к свету ламп накаливания с $T_{цв} = 3200-3250$ К. На световых проемах помещений, в которые попадает прямой солнечный свет при съемке с лампами накаливания	
5	ЛН-ДС	Голубой	0,34	На осветительных приборах с лампами накаливания с $T_{цв} = 3200-3250$ К для приведения к среднему дневному свету с $T_{цв} = 5000-5500$ К	
5а	$^1/_2$ (ЛН-ДС)	Голубой	0,5	Тоже для приведения к «теплому» дневному свету с $T_{цв} = 4000$ К	
6	ЛН-ЛН	Бледно-голубой	0,72	Тоже с $T_{цв} = 2900-3000$ К для приведения к свету ламп накаливания с $T_{цв} = 3200-3250$ К	Рис. VIII-14

Таблица VIII-14

Нейтрально-серые пленочные светофильтры

№ фильтра	Марка	Цвет	Коэффициент пропускания	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
7	Н-2	—	0,5	На осветительных приборах и световых проемах для ослабления света в два раза	
8	Н-4	—	0,25	На осветительных приборах и световых проемах для ослабления света в четыре раза	
9	Н-8	—	0,125	На осветительных приборах и световых проемах для ослабления света в восемь раз	Рис. VIII-15.

Таблица VIII-15

Эффектные пленочные светофильтры

№ фильтра	Марка	Цвет	Зоны спектр. пропускания, *нм*	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
10	С-100	Синий насыщенный	350—500	0,02	Имитация освещения «под ночь» при лунном свете. Некоторое повышение насыщенности цвета синих элементов объекта съемки; относительное притемнение красных и коричневых элементов объектов съемки	Рис. VIII-16
11	С-5	Синий	350—500	0,21		
12	С-2	Синий бледный	350—500	0,45		
13	Г-100	Голубой насыщенный	350—540	0,08	Подсветка холодных теней. Имитация лунного света. Некоторое повышение насыщенности цвета голубых элементов объекта съемки; относительное притемнение желтых элементов объектов съемки	Рис. VIII-17
14	Г-5	Голубой	350—540	0,20		
15	Г-2	Голубой бледный	350—540	0,55		

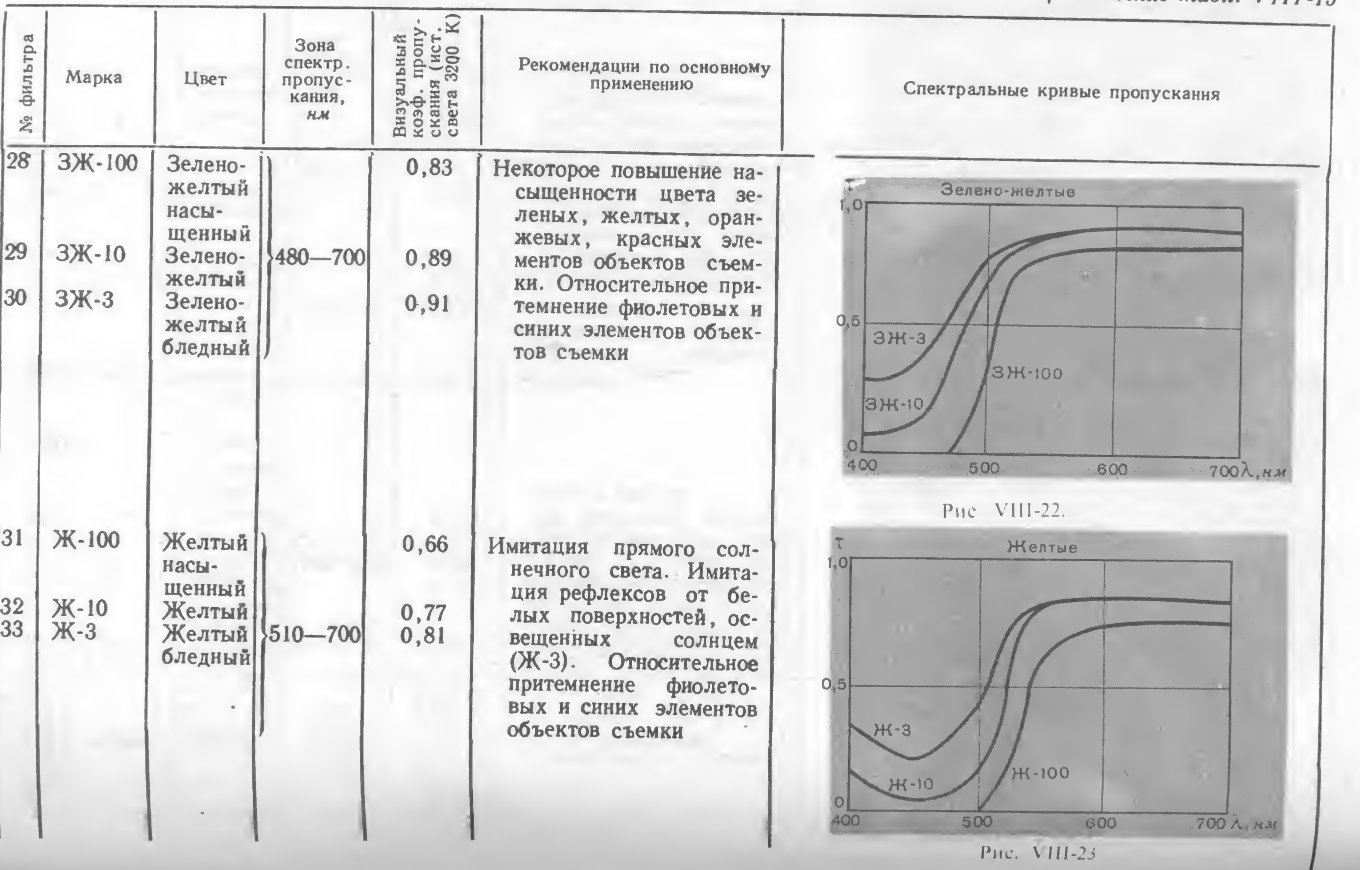
Продолжение табл. VIII-15

№ фильтра	Марка	Цвет	Зоны спектр. пропускания, нм	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
16	ЗГ-100	Зелено-голубой насыщенный	350—590	0,17	Подсветка холодных теней. Некоторое повышение насыщенности цвета зелено-голубых элементов объектов съемки; относительное притемнение желтых, оранжевых и красных элементов объектов съемки	Рис. VIII-18
17	ЗГ-5	Зелено-голубой		0,39		
18	ЗГ-2	Зелено-голубой бледный		0,43		
18а	ЗГ-мин	Зелено-голубой очень бледный		0,60		
19	СЗ-100	Сине-зеленый насыщенный	430—590	0,26	Подсветка холодных теней. Имитация лунного света. Некоторое повышение насыщенности цвета некоторых типов зелени; относительное притемнение желтых и оранжевых элементов объектов съемки	Рис. VIII-19
20	СЗ-5	Сине-зеленый		0,46		
21	СЗ-2	Сине-зеленый бледный		0,49		

Продолжение табл. VIII-15

№ фильтра	Марка	Цвет	Зона спектр. пропускания, нм	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
22	З-100	Зеленый насыщенный	480—590	0,17	Некоторое повышение насыщенности цвета некоторых типов зелени. Относительное притемнение пурпурных элементов объектов съемки. Имитация рефлексов от зелени	Рис. VIII-20
23	З-5	Зеленый		0,54		
24	З-2	Зеленый бледный		0,67		
24а	З-мин	Зеленый очень бледный		0,75		
25	ЖЗ-100	Желто-зеленый насыщенный	480—635	0,21	Некоторое повышение насыщенности цвета различных типов зелени. Имитация рефлексов от зелени. Относительное притемнение фиолетовых, синих, голубых и темно-красных элементов объектов съемки	Рис. VIII-21
26	ЖЗ-10	Желто-зеленый		0,52		
27	ЖЗ-3	Желто-зеленый бледный		0,67		

Продолжение табл. VIII-15



№ фильтра	Марка	Цвет	Зона спектр. пропускания, *нм*	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
28	ЗЖ-100	Зелено-желтый насыщенный	480—700	0,83	Некоторое повышение насыщенности цвета зеленых, желтых, оранжевых, красных элементов объектов съемки. Относительное притемнение фиолетовых и синих элементов объектов съемки	Рис. VIII-22.
29	ЗЖ-10	Зелено-желтый		0,89		
30	ЗЖ-3	Зелено-желтый бледный		0,91		
31	Ж-100	Желтый насыщенный	510—700	0,66	Имитация прямого солнечного света. Имитация рефлексов от белых поверхностей, освещенных солнцем (Ж-3). Относительное притемнение фиолетовых и синих элементов объектов съемки	Рис. VIII-23
32	Ж-10	Желтый		0,77		
33	Ж-3	Желтый бледный		0,81		

Продолжение табл. VIII-15

№ фильтра	Марка	Цвет	Зона спектр. пропускания, *нм*	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
34	О-100	Оранжевый насыщенный	565—700	0,52	Имитация света ламп накаливания. Некоторое повышение насыщенности цвета оранжевых и красных элементов объектов съемки. Относительное притемнение фиолетовых, синих и голубых элементов объектов съемки	Оранжевые; О-мин, О-3, О-10, О-100. Рис. VIII-24.
35	О-10	Оранжевый		0,65		
36	О-3	Оранжевый бледный		0,72		
36а	О-мин	Оранжевый очень бледный		0,85		
37	ОК-100	Оранжево-красный	580—700	0,30	Некоторое повышение насыщенности цвета красных элементов объектов съемки. Имитация эффекта света керосиновых ламп и фонарей	Оранжево-красный; ОК-100. Рис. VIII-25.

Продолжение табл. VIII-15

№ фильтра	Марка	Цвет	Зона спектр. пропускания, нм	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
38	К-100	Красный насыщенный	600—700	0,12	Имитация света солнца при восходе и закате, света костра, камина, свечи. Некоторое повышение насыщенности цвета красных элементов объектов съемки	Рис. VIII-26
39	К-10	Розовый		0,36		
40	К-3	Розовый бледный		0,52		
41	ТК-100	Темно-красный	625—700	0,08	Эффектный	Рис. VIII-27

Продолжение табл. VIII-15

№ фильтра	Марка	Цвет	Зона спектр. пропускания, нм	Визуальный коэф. пропускания (ист. света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
42	М-100	Малиновый насыщенный	360—460 и 590—700	0,30	Некоторое повышение насыщенности цвета фиолетовых и красных элементов объектов съемки. Относительное притемнение зеленых элементов объектов съемки	Рис. VIII-28
43	М-10	Малиновый		0,46		
44	М-3	Малиновый бледный		0,55		
44а	М-мин	Малиновый очень бледный		0,80		
45	П-100	Пурпурный насыщенный	350—480 и 590—700	0,02	Подсветка рисованных фонов дали, особенно снежной для имитации сумеречного освещения (П-2). Относительное притемнение объектов съемки	Рис. VIII-29
46	П-5	Пурпурный		0,40		
47	П-2	Пурпурный бледный		0,48		

Продолжение табл. VIII-15

№ фильтра	Марка	Цвет	Зона спектр. пропускания, *нм*	Визуальный коэф. пропускания (ист, света 3200 К)	Рекомендации по основному применению	Спектральные кривые пропускания
48	Л-100	Лиловый насыщенный	350—470 и 635—700	0,07	Имитация сумеречного освещения. Относительное притемнение зелени	Рис. VIII-30.
49	Л-5	Лиловый	350—470 и 635—700	0,19		
50	Л-2	Лиловый бледный	350—470 и 635—700	0,41		
50а	Л-мин	Лиловый очень бледный	350—470 и 635—700	0,70		

Рекомендуется на съемке время от времени проверять состояние светофильтров визуально, сравнивая окраску рабочей части светофильтра с его участками, не подвергавшимися интенсивному воздействию света, например зажатыми в рамке фильтродержателя.

с зеркальными лампами накаливания составляют не менее 3 *ч*, а на открытых приборах с галогенными лампами накаливания — не менее 2 *ч*.

Марки, основные показатели и некоторые рекомендации по применению пленочных светофильтров НИКФИ трех типов: компенсационных, нейтрально-серых и эффектных — приведены в табл. VIII-13—VIII-15.

Для светофильтров принята следующая система обозначений:

компенсационные светофильтры — две пары букв: первая — применяемый источник света и вторая — источник света, к спектральному составу которого свет приводится с помощью этого фильтра (ДБ — дуга с белопламенными углями, ДЖ — дуга с желтопламенными углями, КС — ксеноновая лампа, ЛН — лампа накаливания, ДС — средний дневной свет);

нейтрально-серые светофильтры — буква Н и цифра, показывающая кратность ослабления света;

эффектные светофильтры — одна или две буквы, указывающие цветовой тон и число, показывающее среднюю кратность ослабления света в спектральной зоне поглощения данного светофильтра по сравнению с его зоной пропускания: 100 — для фильтров с насыщенной окраской, 10 или 5 — для средней насыщенности, 3 или 2 — для слабо насыщенной (бледной) окраски;

для получения так называемых «грязных» цветов: коричневого, шоколадного и т. п. — возможно применение цветных светофильтров совместно с нейтрально-серыми. Например: коричневый цвет при лампах накаливания на пленке ЛН получается сочетанием оранжевого фильтра № 35 (0-100) или № 36 (0-10) с нейтрально-серыми № 8 (Н-4) или № 9 (Н-8); шоколадный — сочетанием пурпурного № 47 (П-5) или малинового № 43 (М-10) с нейтрально-серым № 8 (Н-4) или № 9 (Н-8).

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ СВЕТОФИЛЬТРЫ

Интерференционный светофильтр представляет собой стеклянную основу с нанесенными на нее несколькими очень тонкими слоями прозрачных веществ с различными показателями преломления. Толщины слоев и показатели преломления веществ подбираются так, чтобы светофильтр имел высокое пропускание в одних областях спектра, в большей или меньшей степени отражая свет в других областях.

Интерференционные светофильтры имеют преимущество перед окрашенными абсорбционными светофильтрами в отношении коэффициента пропускания — они практически не поглощают света в зонах пропускания. Перед пленочными светофильтрами с органическими красителями интерференционные светофильтры имеют также значительное преимущество по срокам службы.

Для киноосветительных приборов в СССР выпускаются компенсационные интерференционные светофильтры (КИС) типа ЛН-ДС, имеющие такую же спектральную характеристику, как соответствующий

Таблица VIII-16

Номенклатура компенсационных интерференционных светофильтров для киноосветительных приборов

Типоразмер	К осветительным приборам	Типоразмер	К осветительным приборам
КИС 95	«Луч-300М», «Фара-6», «Фара-9»	КИС 500	«Заря-10000» (линза 610 *мм*)
КИС 220	«Накал-1500», «Заря-2000», КПЛ-25	КИС220×260	«Свет-2000М», «Марс-3000»
КИС 280	«Накал-2500», «Заря-5000», КПЛ-35	КИС280×390	«Свет-5000», «Свет-10000» (2 шт.)
КИС 420	«Заря-10000» (линза 505 *мм*), КПЛ-50		

Сроки службы всех светофильтров 500 *ч*.

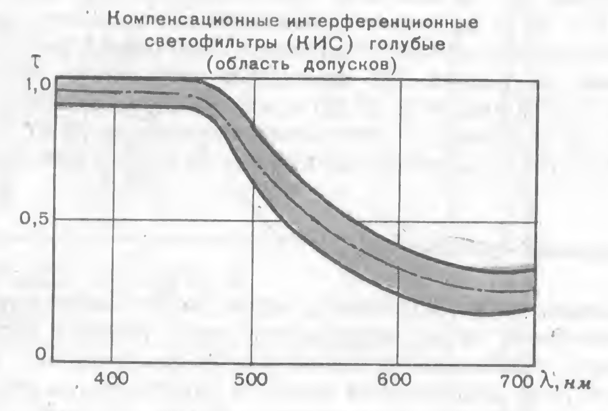


Рис. VIII-31. Компенсационные интерференционные светофильтры (КИС) голубые (область допусков)

пленочный светофильтр (табл. VIII-16, рис. VIII-31) при общем коэффициенте пропускания не менее 0,42.

Интерференционные светофильтры типа КИС изготовляются на подложках выпуклой формы с нанесением слоев на вогнутую сторону. Такая форма позволяет обеспечить практически одинаковую цветовую температуру в пределах всего светового пятна осветительного прибора при высокой прочности и термостойкости светофильтра, изготовляемого из обычного недорогого стекла типа СВВ.

РАЗДЕЛ IX

КИНОСЪЕМОЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Киносъемочное освещение представляет собой искусственное или естественное освещение подвижных, обычно объемных объектов. Это освещение обеспечивает возможность получения на светочувствительном материале технически правильно экспонированных изображений с таким воспроизведением линейной и объемной формы предметов, тона, цвета и структуры поверхностей материалов, которое соответствует поставленной художественной или технической задаче.

ХАРАКТЕР ОСВЕЩЕНИЯ

По характеру получаемого изображения киносъемочное освещение подразделяется на светотеневое и тональное.

При *светотеневом освещении* объект съемки освещается направленным светом, лучи которого падают на элементы объекта под разными углами. Выявление на изображении формы и объема элементов объекта съемки осуществляется в основном за счет заметных различий в освещенности этих элементов, поразному ориентированных относительно направлений падения лучей света, а также за счет различий в коэффициентах яркости этих элементов.

Структура поверхностей объекта съемки хорошо передается на изображении вследствие косого падения света на эти поверхности. Цвет (или тон) отдельных участков объекта съемки можно при необходимости воспроизводить не в полном соответствии с действительностью, что создает дополнительные творческие возможности для кинооператора.

При *тональном освещении* объект съемки освещается в основном спереди рассеянным светом, равномерно распределяющимся на всех видимых элементах объекта и создающим на них одинаковую освещенность. Выявление на изображении формы элементов объекта съемки осуществляется за счет различия цвета (или тона) этих элементов. Объем и структура поверхности элементов на изображении выявляются плохо — изображение, как правило, теряет глубину и рельефность.

Тональное и светотеневое освещение в чистом виде встречаются редко, поэтому принято говорить о преимущественно светотеневом или преимущественно тональном характере освещения.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОСВЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА СЪЕМКИ

Несмотря на большое разнообразие объектов съемки, различие творческих индивидуальностей кинооператоров, различие технических средств, освещение объектов съемки складывается из ряда однотипных элементов, различающихся между собой по направлениям и относительным интенсивностям, т. е. освещенностям на разных участках объекта съемки. Наиболее резко выражены эти элементы освещения при светотеневом, в частности, портретном освещении, однако их можно проследить при освещении и любых других объектов съемки.

Эти элементы освещения носят название *светóв*. Принципиальная схема взаимного расположения светóв показана на рис. IX-1.

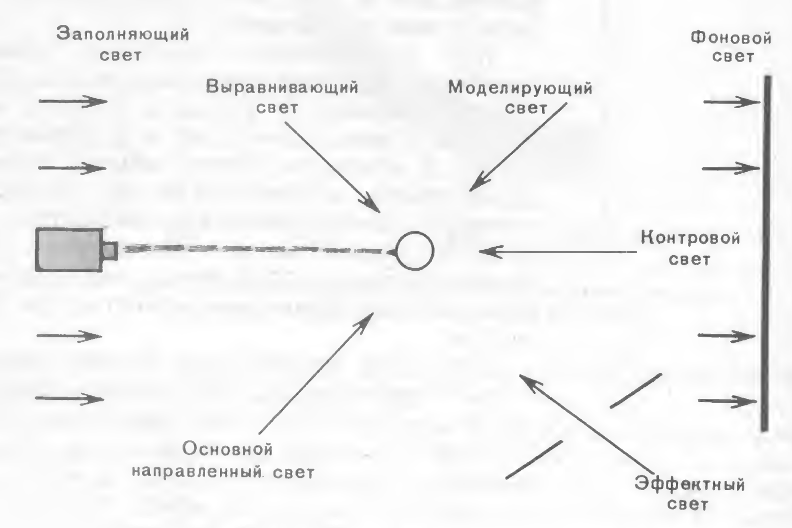


Рис. IX-1. Принципиальная схема освещения объекта съемки

Основной направленный свет (рисующий свет, ключевой свет)* освещает сюжетно-важный объект в кадре, большей частью лицо актера. Как правило, освещенность, создаваемая основным направленным светом, поддерживается постоянной во всех фазах движения персонажа. При имитации того или иного эффекта освещения основной направленный свет может падать лишь на небольшую часть объекта съемки (например, часть лица), величина освещенности при этом обычно не изменяется.

В большинстве случаев обычной киносъемки основной направленный свет падает на объект несколько сбоку и сверху под углами порядка 30—60° по высоте и азимуту к оптической оси киносъемочной камеры; под такими же углами при преимущественно светотеневом освещении направляется свет и на другие элементы объекта съемки, например на декорацию, предметы обстановки. Обычно стремятся для основного направленного света использовать один осветительный прибор, что полностью исключает возможность нежелательного дробления контуров теней.

При съемке общего плана или значительном перемещении актеров в кадре, особенно по глубине, применяется несколько осветительных приборов основного направленного света с близкими к параллельным направлениями их лучей. Для основного направленного света чаще всего используют кинопрожекторы с линзами Френеля и осветительные приборы направленно рассеянного света. Величина освещенности, создаваемой основным направленным светом (измеренная при включении всех элементов освещения объекта), является критерием оценки для экспозиционного контроля освещения, или, как ее иногда называют, *ключом*.

При дневной натурной съемке роль источника основного направленного света играет, как правило, солнце.

Выравнивающий свет освещает теневую сторону объекта съемки с целью создания необходимого соотношения (баланса) между световыми и теневыми участками и выявления рельефов и структуры поверхностей в теневых участках. Освещенность, создаваемая выравнивающим светом, всегда меньше, чем освещенность, создаваемая основным направленным светом, — выравнивающий свет никогда не создает теней на участках, освещенных основным направленным светом. Для выравнивающего света чаще всего используют приборы рассеянного света, а также приборы направленно рассеянного света. При светотеневом освещении используются и кинопрожекторы с линзами Френеля на широких лучах.

Выравнивающий свет направляется на объект съемки обычно под углом от 0 до 60° к оптической оси киносъемочной камеры со стороны, противоположной стороне, с которой установлены приборы основного направленного света. При угле, равном 0°, т. е. тогда, когда лучи осветительных приборов выравнивающего света параллельны оптической

* В скобках приведены другие, часто встречающиеся термины.

оси киносъемочной камеры, выравнивающий свет практически превращается в заполняющий свет.

Заполняющий свет (экспозиционный свет), равномерно освещая объект съемки, создает во всем снимаемом пространстве некоторый уровень освещенности, необходимый и достаточный для получения удовлетворительной проработки деталей и воспроизведения цветов всех видимых элементов объектов съемки. Основные направления лучей осветительных приборов заполняющего света по азимуту приблизительно параллельны оптической оси киносъемочной камеры, однако могут от этого направления несколько отличаться, так как заполняющий свет видимых теней не создает. При светотеневом освещении заполняющий свет часто отсутствует. Для заполняющего света применяются обычно те же приборы, что и для выравнивающего света.

Разновидностью заполняющего света является *верхний свет*, который применяется, как правило, только в очень больших декорациях, главным образом имитирующих натуру, и имеет своей задачей освещение видимого на общих планах пола и высвечивание объема («воздуха»), характерное для натурного освещения. Для верхнего света чаще всего используют приборы с зеркальными лампами накаливания и приборы направленно рассеянного света с линейными галогенными лампами накаливания.

Моделирующий свет освещает относительно небольшие участки теневой стороны объектов, создавая на них пятна и блики необходимой формы цвета и интенсивности. Для моделирующего света в основном используются кинопрожекторы с линзами Френеля.

Контровой свет (контурный свет) освещает объекты съемки, в основном актеров, сзади и, как правило, сверху и служит для обрисовки контурной формы элементов объектов, расположенных перед фоном, близким к ним по тональности или цвету. Основной задачей контрового света является «отделение» объектов от фона.

Освещенность на обратной стороне объекта съемки может превышать освещенность, создаваемую основным направленным светом, в два-три раза. Для контрового света чаще всего применяют кинопрожекторы с линзами Френеля, а на больших расстояниях — специальные прожекторы типа «Контрсвет».

Фоновой свет освещает поверхности фонов, задников и стен, создавая на них, как правило, равномерно распределенную освещенность. Для фонового света используют в основном приборы рассеянного света; для освещения с больших расстояний — кинопрожекторы с линзами Френеля или приборы с зеркальными лампами. Очень удобны специальные приборы типа «Кососвет».

Эффектный свет создает на элементах декораций и снимаемых объектов блики и тени заданной формы, интенсивности и цвета, как правило, воспроизводящие эффект действия предполагаемого источника освещения, находящегося вне кадра.

Для эффектного света чаще всего применяют кинопрожекторы с линзами Френеля.

Использование при съемке всех перечисленных элементов освещения вовсе не обязательно. В ряде случаев достаточно всего двух — трех элементов освещения, а при тональном отвещении иногда даже одного — заполняющего света. Часто один осветительный прибор или группа выполняют функции источников одновременно двух светов, например выравнивающего и заполняющего, основного направленного и эффектного.

При дневной съемке на натуре и в естественных интерьерах с световыми проемами дополнительное искусственное освещение обычно играет роль выравнивающего света, увеличивая недостаточную освещенность в тенях объектов.

ТИПИЧНЫЕ УСЛОВИЯ СЪЕМКИ

Для оказания помощи кинооператору в выборе наиболее подходящих и выгодных осветительных приборов приводим некоторые, наиболее часто встречающиеся условия съемки, оказывающие существенное влияние на выбор осветительной аппаратуры.

Павильонная съемка. Наиболее часто используются величины освещенности 1000—5000 (8000) *лк*. Основные осветительные приборы удалены от действующих лиц и других объектов: в малых декорациях — на 2—6 *м*; в средних — на 4—8 *м*; в больших — на 8—12 (15) *м*.

Выездная съемка в естественных интерьерах (в том числе и хроникальная и документальная) без использования естественного освещения. Наиболее часто применяются величины освещенности 500—3000 *лк*. Рабочие расстояния установки осветительных приборов обычно составляют:

в малых естественных интерьерах (комнаты квартир, лестницы, коридоры, служебные кабинеты, небольшие лаборатории и мастерские) — 2—6 *м;*

в больших естественных интерьерах (залы, цеха, вестибюли, рестораны) — 6—10 *м*.

Выездная съемка в естественных интерьерах в дневное время при наличии естественного света, проникающего сквозь световые проемы:

в малых естественных интерьерах может производиться в тех же условиях, что и съемка без естественного освещения, т. е. при величинах освещенности 500—3000 *лк* и расстояниях установки осветительных приборов 2—6 *м*. Можно применить перекрытие ограниченных по размерам световых проемов не только цветными компенсационными светофильтрами типа ДБ-ЛН или КС-ЛН, но и ослабляющими нейтрально-серыми светофильтрами типа Н;

в больших естественных интерьерах часто встречается необходимость в дополнительной освещенности от 2000 до 6000—10 000 *лк* ($T_{цв}$ = 5000 – 6000 К) и такие же, как и без естественного освещения, рабочие расстояния установки осветительных приборов, т. е. 6—10 *м*.

Натурная дневная съемка. Искусственное освещение используется в основном как выравнивающее для снижения контрастности. Необходима добавочная освещенность порядка 10 000—20 000 *лк*, иногда до 40 000 *лк* ($T_{цв}$ = 5000—6000 К); рабочие расстояния установки осветительных приборов 4—10 *м*.

Натурная съемка в эффектное время. Необходима добавочная освещенность в пределах 3000—10 000 *лк* ($T_{цв}$ = 4000—5000 К) и рабочие расстояния установки осветительных приборов 4—10 *м*.

Натурная съемка ночная и режимная. Наиболее часто применяются освещенности 500—3000 *лк* и рабочие расстояния установки осветительных приборов 4—10 *м*. Режимная съемка отличается от ночной наличием более светлого неба, с учетом изменяющейся яркости которого оператор выбирает освещенность основных объектов съемки.

ВЫБОР ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

В табл. IX-1—IX-9 приведены для перечисленных типичных условий съемки перечни осветительных приборов, из числа которых

Таблица IX-1

Рекомендуемые типы осветительных приборов
Павильонная съемка — малые декорации
Освещенность E = 1000—5000 *лк*, расстояние L = 2—6 *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Основной направленный свет	«Заря-2000», «Заря-5000», «Свет-2000М», «Свет-5000»
Выравнивающий свет	«Заря-2000», «Заря-5000», «Свет-2000М», «Свет-5000», ПБТ-50, ПБТ-70, «Кварц-4000», «Кварц-8000»
Заполняющий свет*	«Свет-5000», ПБТ-70, «Кварц-4000», «Кварц-8000», «Свет-8000»
Фоновой свет	«Свет-2000М», «Свет-5000», ПБТ-50, ПБТ-70, «Кососвет-5000»**
Контровой свет	«Заря-5000», «Контрсвет»***
Эффектный свет	«Заря-5000», «Заря-10000»

* При резко выраженном тональном освещении приборы ПБТ и «Кварц» используют в бестеневом режиме.
** «Кососвет-5000» выгоден при высоких фонах.
*** «Контрсвет» выгоден при больших рабочих расстояниях.

Таблица IX-2

Рекомендуемые типы осветительных приборов
Павильонная съемка — средние декорации
Освещенность E = 1000—5000 *лк*, расстояние L = 4—8 *м**

Элементы освещения	Типы приборов
Основной направленный свет	«Заря-5000», «Свет-5000»
Выравнивающий свет	«Заря-5000», «Свет-5000», ПБТ-70, ПБТ-90, «Кварц-8000», «Свет-8000»
Заполняющий свет**	«Свет-5000», ПБТ-70, ПБТ-90, «Кварц-8000», «Свет-8000», «Свет-10000»
Фоновой свет	«Кососвет-5000», «Свет-2000М», «Свет-5000», ПБТ-50, ПБТ-70
Контровой свет	«Заря-5000», «Контрсвет»
Эффектный свет	«Заря-10000»

* При возможности установки приборов не только по периметру декораций, но и над ней (на телескопических подвесах или подвесных мостиках) рабочие расстояния уменьшаются и для ряда элементов освещения можно использовать приборы, указанные в табл. IX-1 для малых декораций.
** При резко выраженном тональном освещении приборы ПБТ и «Кварц» используют в бестеневом режиме.

Таблица IX-3

Рекомендуемые типы осветительных приборов
Павильонная съемка — большие декорации
Освещенность E = 1000 — 5000 *лк*, расстояние L = 8—12 *м**

Элементы освещения	Типы приборов
Основной направленный свет	«Заря-5000», «Заря-10000», «Свет-10000»
Выравнивающий свет	«Заря-5000», «Заря-10000», «Свет-10000», ПБТ-90, «Свет-8000»
Заполняющий свет**	«Свет-10000», ПБТ-90, «Свет-8000»
Фоновой свет	«Кососвет-5000», «Свет-5000», «Свет-10000», ПБТ-70
Контровой свет	«Заря-5000», «Заря-10000», «Контрсвет»
Эффектный свет	«Заря-10000», «Заря-20000»

* При возможности установки приборов не только по периметру декорации, но и над ней (на телескопических подвесах или подвесных мостиках) рабочие расстояния уменьшаются и для ряда элементов освещения можно использовать приборы из табл. IX-2 для средних декораций.
** При резко выраженном тональном освещении приборы ПБТ используют в бестеневом режиме.

Таблица IX-4

Рекомендуемые типы осветительных приборов. Выездная съемка в малых естественных интерьерах* Освещенность E 500—3000 *лк*, расстояние L=2—6 *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Основной направленный свет	«Заря-500», «Заря-2000»**, «Накал-1500», «Накал-2500», «Свет-1000М», «Свет-2000М», «Марс-2000», «Марс-3000» ***
Выравнивающий свет	«Свет-1000М», «Свет-2000М», «Накал-1500» (с рассеивателем), «Кварц-4000», ПБТ-50
Заполняющий свет	«Кварц-4000», ПБТ-50, «Накал-1500» и «Накал-2500» (иногда с отражением света от потолка)
Фоновой свет	«Свет-2000М», «Марс-2000» ***
Контровой свет	«Заря-2000», «Накал-1500»

* При дневной съемке и наличии в интерьере световых проемов, вместо возможного применения на осветительных приборах компенсационных светофильтров типа ЛН-ДС, выгоднее перекрывать световые проемы пленочными светофильтрами ДБ-ЛН или КС-ЛН и снижающими основную и, следовательно, необходимую добавочную освещенность нейтрально-серыми светофильтрами типа Н.

** Приборы типа «Заря» используют в основном при съемке художественных фильмов.

*** Приборы типа «Марс» используют в основном при хроникальной съемке.

наиболее рационально осуществлять выбор при составлении так называемых «*заявок на свет*». Разумеется, эти перечни не являются обязательными и универсальными для условий съемки, не охватываемых приводимым перечнем типичных условий. Для решения особых творческих задач, различных эффектов освещения можно применять и другие, иногда даже специально изготовленные осветительные приборы. В перечни не вошли осветительные приборы для съемки крупных планов и создания местных эффектов освещения, такие, как «Заря-500», «Свет-1000» и др.

Таблица IX-5

Рекомендуемые типы осветительных приборов. Выездная съемка в больших естественных интерьерах без использования естественного освещения Освещенность E=500—3000 *лк*, расстояние L=6—10 *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Основной направленный свет	«Заря-5000», «Заря-10000», «Свет-10000»*, «Накал-2500», «Марс-3000»**, «Фара-6», «Фара-9»***
Выравнивающий свет	«Свет-5000», «Свет-10000», «Накал-2500» (с рассеивателем), «Марс-3000»
Заполняющий свет	«Свет-5000», «Свет-10000», «Накал-2500» (с рассеивателем), «Марс-3000» (иногда с отражением от потолка)
Фоновой свет	«Свет-2000М», «Накал-2500» (с рассеивателем), «Марс-2000»
Контровой свет	«Заря-5000», «Накал-2500»

* Приборы типа «Заря» и «Свет» используют в основном при съемке художественных фильмов.

** Приборы типа «Марс» используют в основном при хроникальной съемке.

*** Приборы типа «Фара» используют с лампами ЛФКГ (без интерференционного покрытия).

Таблица IX-6

Рекомендуемые типы осветительных приборов. Натурная дневная съемка Освещенность E=10 000—20 000 *лк*, расстояние L=4—10 *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Выравнивающий свет	КПД-50, «Пламя-60», «Пламя-87», «Фара-9»*, «Заря-10 000»**

* Приборы «Фара-9» с лампами ЛФКГИ (с интерференционным покрытием) используют при небольших по масштабу съемках.

** С компенсационным светофильтром ЛН-ДС, выгоднее—с интерференционным. Дуговые приборы — с светофильтрами ДБ-ДС.

Таблица IX-7

Рекомендуемые типы осветительных приборов. Выездная съемка в больших естественных интерьерах с использованием естественного освещения (с большой площадью остекления)

Освещенность $E=2000—10\,000$ *лк*, расстояние $L=6—10$ *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Выравнивающий свет	«Заря-5000», «Заря-10000»*, Фара-6», «Фара-9» **
Заполняющий свет	«Накал-2500», «Свет-5000», «Свет-10000»
Фоновой свет	«Свет-5000», «Накал-1500»

Примечание. В очень больших естественных интерьерах с большой площадью остекления в дневное время возможно применение и дуговых кинопрожекторов с линзами Френеля, таких, как КПД-50 и «Пламя-60».

* Приборы типа «Заря» используют в основном при съемке художественных фильмов.

** Приборы типа «Фара» используют с лампами ЛФКГИ (с интерференционным покрытием), все остальные приборы — с компенсационными светофильтрами ЛН-ДС (предпочтительно с интерференционными).

Таблица IX-8

Рекомендуемые типы осветительных приборов. Натурная съемка в эффектное время

Освещенность $E=3000—10\,000$ *лк*, расстояние $L=4—10$ *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Выравнивающий свет	КПД-50, «Пламя-60», «Пламя-87», «Фара-6», «Фара-9»*, «Заря-10000», «Накал-1500», «Накал-2500» **

Примечание. Дуговые приборы — с светофильтрами $^1/_2$ (ДБ-ЛН).

* Приборы типа «Фара» используют с лампами ЛФКГИ (с интерференционным покрытием).

** Приборы типа «Накал» и «Заря» используют с интерференционными компенсационными светофильтрами (выгодно использование светофильтров, находящихся на нижнем пределе допуска — с $T_{цв}=4000—5000$ К) или с пленочными светофильтрами $^1/_2$ (ЛН-ДС).

Таблица IX-9

Рекомендуемые типы осветительных приборов. Натурная ночная и режимная съемка

Освещенность $E=500—3000$ *лк*, расстояние $L=4—10$ *м*

Элементы освещения	Типы приборов
Основной направленный свет	«Заря-5000», «Заря-10 000»*, «Накал-1500», «Накал-2500», «Фара-6», «Фара-9», «Пламя-60»**
Выравнивающий свет	«Заря-5000», «Заря-10 000», «Накал-1500», «Накал-2500», «Фара-6», «Фара-9», «Свет-10 000», «Пламя-60»
Контровой свет	«Заря-5000», «Заря-10 000», «Фара-6», «Фара-9», «Контрсвет»

* Приборы типа «Заря» используют в основном при съемке художественных фильмов.

** Дуговые приборы, как правило, используют в основном для эффектного освещения, например, цветного, а также для тех случаев, когда один и тот же объект снимается и днем и ночью.

2. «ЗАЯВКА НА СВЕТ»

«Заявка на свет» представляет собой схематический план декорации или другого объекта съемки с указанием всех необходимых осветительных приборов и точек их установки. План вычерчивается, как правило, от руки в масштабе 1:100; на некоторых студиях его делают на специальных бланках, представляющих собой план конкретного павильона с разбивкой на квадраты со стороной в 1 *см*, соответствующей 1 *м*.

Для обозначения осветительных приборов на схемах рекомендуются символы, приведенные в табл. IX-10.

Заявку на свет кинооператоры передают в осветительный цех киностудии.

3. ПРИБЛИЖЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ И КОЛИЧЕСТВА ПОТРЕБНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Для определения типов и ориентировочного количества основных осветительных приборов, необходимых для освещения конкретного объекта съемки, рекомендуется.

Таблица IX-10

Основные символы для обозначения киноосветительных приборов и вспомогательных приспособлений на схемах (цифры у символа — пример обозначения)

Типы приборов	Символ
Дуговые кинопрожекторы с линзами Френеля («Пламя», КПД)	60
Кинопрожекторы с линзами Френеля и лампами накаливания («Заря», КПЛ)	5000
Приборы с зеркальными лампами накаливания («Накал», ОПЗ): с одной лампой	2,5
с несколькими лампами	1,5
Приборы рассеянного света (ПР и ПБТ без затенителя)	70
Приборы бестеневого света (ПБТ)	50
Приборы направленно рассеянного света («Свет»)	2000
Приборы рассеянного света с галогенными линейными лампами накаливания («Кварц»)	4000 8000
Приборы с лампами-фарами (Фара»)	9
Приборы-рейки с зеркальными лампами накаливания (*кВт* × количество ламп)	0 7 x 10
Осветительные штативы с приборами («Ш»)	60 100
Штатив с электрическим приводом (2ШЭВ)	
Партикабль	2
Подвесные леса с прибором	
Шторки	
Тубус	
Рассеиватель пленочный	
Сетка-поглотитель	
Цветной осветительный светофильтр № 6	
Стеклянный интерференционный компенсационный светофильтр	
Направление луча осветительного прибора	2,5

1. По плану декорации, естественного интерьера, натурного объекта определить и наметить места необходимой или возможной установки осветительных приборов (подвесные леса, телескопы, вышки, партикабли, штативы, местные предметы).

2. В зависимости от намеченного характера освещения (преимущественно светотеневого или тонального) и функционального назначения прибора или группы приборов в схеме освещения выбрать типы осветительных приборов (направленного света, направленно рассеянного света, рассеянного света, бестеневого света).

3. С учетом светочувствительности негативной пленки и выбранной степени диафрагмирования объектива съемочной камеры определить (например, по табл. IX-12) величину освещенности основного направленного света (ключевой освещенности) и ориентировочные значения освещенности выравнивающего (заполняющего), фонового и других элементов схемы освещения (см. рис. IX-1).

Для натурной дневной или вечерней съемки, оценив возможную ключевую освещенность, создаваемую солнцем, и освещенность теней, создаваемую небом (см. раздел VII), определить порядок величины дополнительной освещенности теней, необходимой для получения выбранного контраста.

4. По рабочим расстояниям осветительных приборов, определяемым из плана декорации или другого объекта съемки (при установке осветительного прибора на высоте более 3 *м* расстояние, измеренное на плане, вычерченном в определенном масштабе, следует увеличить приблизительно в 1,5 раза), и выбранной величине освещенности найти осевую силу света осветительного прибора, пользуясь формулой:

$$I = EL^2,$$

где I — сила света, *кд*; E — освещенность, *лк*; L — рабочее расстояние, *м*.

5. По таблицам данных осветительных приборов (см. стр. 300) выбранных типов (см. п. 2) найти те из них, которые по силе света являются наиболее близкими к предъявляемым требованиям. Здесь рекомендуется осуществлять выбор, учитывая необходимый запас не менее 20—25%, принимающий во внимание отклонение характеристик источников света и осветительных приборов от номинальных, старение источников света, загрязнение оптических элементов осветительных приборов и др.

6. По таблицам данных осветительных приборов найти углы рассеяния 2α для выбранных приборов. По табл. IX-12 и рабочим расстояниям (см. п. 4) определить для этих приборов практические диаметры световых пятен, у которых освещенность на краю, измеренная в направлении на осветительный прибор, в два раза меньше, чем в центре пятна. Разделив ширину и глубину зоны, освещаемой группой данных

Таблица IX-11

Зависимость диаметра светового пятна от угла рассеяния 2α и рабочего расстояния *L* (значения приближенные), *м*

Угол рассеяния 2α, *град.* / Расстояние *L*, *м*	5	6	7	8	10	12	15	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6
4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,7	4,1	4,9	5,3
6	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,2	7,6	7,9
8	0,8	0,8	1,0	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,4	4,0	4,7	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,3	9,8	10,5
10	0,9	1,0	1,2	1,4	1,8	2,1	2,6	2,9	3,3	4,2	5,0	5,8	6,6	7,3	8,0	8,6	9,3	10,4	12,3	13,1
12	1,0	1,3	1,5	1,7	2,1	2,5	3,1	3,5	4,0	5,1	6,0	7,0	7,9	8,8	9,6	10,4	11,0	12,5	14,8	15,8
15	1,3	1,6	1,8	2,1	2,6	3,1	3,9	4,4	5,0	6,3	7,6	8,8	9,9	11,0	12,0	13,0	14,0	15,6	18,5	19,3

Примечание. На краю светового пятна освещенность, измеренная в направлении на осветительный прибор, равна половине освещенности в центре светового пятна.

приборов с данного расстояния, на величину найденного диаметра светового пятна, можно найти ориентировочное количество приборов данной группы (на данной вышке, подвесном мостике и т. п.).

Рекомендуется при наличии возможности размещения их в данном месте устанавливать дополнительные приборы в количестве порядка 20%. Особенно желательно иметь этот и даже больший запас аппаратуры для освещения объектов при съемке телевизионных фильмов с применением многокамерного метода.

Приводимая методика не является универсальной — ее задача облегчить кинооператору решение простейшей чисто технической задачи наиболее рационального подбора современных осветительных приборов.

ЭКСПОЗИЦИОННЫЙ РЕЖИМ ПРИ КИНОСЪЕМКЕ

Хорошо печатающимся и, следовательно, правильно экспонированным кинонегативом принято считать такой, у которого оптические плотности участков белых лиц снятых персонажей находятся в интервале оптических плотностей порядка 0,8—1,0, а плотности сюжетно-важных теней и светóв не выходят за пределы участков характеристических кривых негативной пленки, условно принимаемых за прямолинейные.

Для получения указанной оптической плотности участков лица человека с коэффициентом отражения около 0,3 при использовании нормально проявленной негативной кинопленки с светочувствительностью *S* единиц ГОСТ и съемке с частотой *f кадр/с* киносъемочной камерой с углом открытия обтюратора $\alpha°$ при использовании объектива с эффектным относительным отверстием $1:n_э$ необходимая освещенность указанных участков лица равна:

$$E_{об} = \frac{95000 f n_э^2}{\alpha S}, *$$

а при частоте съемки 24—25 *кадр/с* и при угле открытия обтюратора 160—180° эта формула приобретает вид:

$$E_{об} = \frac{13400 n_э^2}{S}.$$

* Эта эмпирическая формула получена нами на основании теоретического расчета с проверкой и коррекцией на базе материалов исследования работы многочисленных советских кинооператоров. В формуле учтен коэффициент запаса порядка 1,5—2.

На базе этой формулы рассчитана табл. IX-12. В ней приведены значения так называемой *перпендикулярной*, а не горизонтальной или вертикальной освещенности, т. е. *максимальной освещенности,* измеряемой прибором, светоприемная поверхность которого направлена на осветительный прибор или на приборы, создающие указанную ключевую освещенность.

Таблица IX-12

Значения ключевой освещенности (в *лк*), необходимой для получения правильно экспонированного негатива (угол открытия обтюратора 160—180°, частота съемки 24—25 *кадр/с*). Данные округленные

Знаменатель эффективного относительного отверстия, $n_э$ / Светочувствительность кинопленки S, ед. ГОСТ	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,6	8,0
16	3 350	4 700	6 700	9 400	13 500	19 000	26 000	52 000
22	2 400	3 400	4 800	6 800	9 500	13 500	19 000	38 000
32	1 700	2 000	3 400	4 700	6 800	9 500	13 600	27 000
45	1 200	1 700	2 400	3 400	4 700	6 700	9 500	19 000
65	800	1 200	1 700	2 400	3 400	4 800	6 800	13 000
90	600	800	1 200	1 700	2 300	3 400	4 600	9 200
130	400	600	800	1 200	1 700	2 400	3 500	7 000
180	300	400	600	800	1 200	1 600	2 400	4 800
250	200	300	400	600	800	1 200	1 600	3 200
350	140	200	300	400	600	800	1 100	2 200
500	100	150	200	300	400	600	800	1 600

ЭКСПОНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ КИНОСЪЕМКЕ

Одно из основных требований к киноизображению — поддержание постоянства плотности изображения лица каждого данного персонажа на протяжении всего фильма. Это требование соблюдается для всех сцен фильма, независимо от сюжетного характера освещения, при изменении которого (переход, например, от освещения «под день» к освещению «под ночь») изменяется лишь общий контраст освещения, распределение светлых и темных участков, направление и глубина теней. Плотности хотя бы и небольших участков лица, освещенных основным направленным (ключевым) светом, не изменяются.

Конечно, в отдельных случаях применения специальных эффектов освещения, обусловленных сюжетными положениями, плотность изображения лица на негативе может быть снижена, иногда даже до плотности вуали пленки с целью получения, например, чисто силуэтного изображения. Естественно, что лица с более темной кожей или гримом на негативе воспроизводятся несколько меньшими плотностями, чем одновременно снимаемые лица с светлой кожей.

Экспонометрический контроль освещения при киносъемке с искусственным освещением сводится в своей основе к поддержанию постоянства величины выбранной оператором освещенности или яркости лица снимаемого персонажа (или другого основного объекта съемки), создаваемой осветительным прибором основного направленного света и частично другими осветительными приборами, в том числе и за счет отражения света от различных поверхностей в направлении основного объекта съемки.

Освещенности или яркости других элементов снимаемой сцены контролируются с целью поддержания постоянства баланса освещенностей или яркостей, выбранного оператором в соответствии с его замыслом и требованиями процесса дальнейшего использования снятого материала.

При киносъемке с естественным освещением осуществляется контроль иногда довольно заметно изменяющейся освещенности или яркости объекта. По результатам контроля производится соответствующее изменение относительного отверстия объектива; реже изменение освещенности компенсируется изменением угла открытия обтюратора киносъемочной камеры или установкой на объектив нейтрально-серых светофильтров.

Для выбора необходимой ключевой освещенности при устанавливаемом оператором освещении или относительного отверстия объектива по имеющейся величине освещенности на натуре удобно пользоваться табл. IX-12 (стр. 342).

Заслуживает внимания и одобрения разработанный на киностудии «Мосфильм» и применяемый на многих советских киностудиях метод выбора необходимой для съемки ключевой освещенности с использованием характеристических кривых пленки, обработанной в реальных условиях лаборатории текущей печати.

В основу метода заложено понятие «физическая светосила объектива киносъемочного аппарата».

Освещенность объекта съемки $E_{об}$ и освещенность изображения $E_{из}$ на пленке связаны между собой следующей зависимостью:

$$E_{из} = \frac{1}{T} E_{об},$$

где $\frac{1}{T}$ — физическая светосила объектива киносъемочного аппарата, представляющая собой отношение освещенности изображения к освещенности объекта съемки, имеющего коэффициент диффузного отражения $\rho=1$.

Аналогично нормальному ряду значений относительных отверстий объективов ряд значений физической светосилы выглядит так: $\frac{1}{1}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{8}$ и т. д.

Для большинства случаев съемки:

$$T = 4\,(n_{эф})^2,$$

где $n_{эф}$ — знаменатель эффективного относительного отверстия объектива.

Требуемая величина освещенности объекта съемки находится с использованием специального экспонометрического бланка с характеристической кривой, представляющей собой зависимость плотности от логарифма освещенности изображения при постоянной выдержке $t = {}^1/_{50}$ *с*, соответствующей выдержке при киносъемке с частотой 24 *кадр/с* при угле открытия обтюратора киносъемочного аппарата 173°.

По этому бланку определяют для заданной оптической плотности необходимую освещенность изображения, а затем и требуемую освещенность объекта съемки по формуле:

$$E_{об} = \frac{E_{из}\,T}{\rho}\ .$$

Для ускорения решения этой последней задачи применяется специальная экспонометрическая линейка, накладываемая на описанный бланк.

Величины плотностей участков негатива связаны с яркостями соответствующих участков объекта съемки, поэтому в процессе контроля освещения при киносъемке следовало бы производить измерения яркостей. Однако задача поддержания постоянства плотностей изображений лиц (или других объектов) и определяющих их яркостей при необходимости учета диффузной составляющей отражения однозначно решается поддержанием постоянства освещенности этих объектов. При этом автоматически устанавливается правильное соотношение яркостей и, следовательно, плотностей лиц, имеющих различные коэффициенты отражения — бледных и смуглых, белокожих и чернокожих и т. д. Наличие зеркальной составляющей отражения поверхностей объектов съемки при измерении освещенности не учитывается — в ярких зеркальных бликах (влажная кожа, глаза, очки, поверхности воды, полированного материала, стекла) детали будут отсутствовать, цвет исчезнет. Однако эти блики не определяют собой режим экспонирования: если они малы по площади, то они обычно сознательно допускаются оператором для «оживления»; если же они значительны, то оператор исключает их, соответственно подбирая взаимное расположение источников света, съемочной камеры и зеркально отражающих поверхностей, удаляя зеркально отражающие поверхности вообще, в некоторых случаях запудривая их (на лицах).

Техника измерений освещенности проще и связана с меньшими требованиями к измерительным приборам, чем техника измерения яркости, особенно небольших участков объектов съемки. Измерять освещенность можно при установке света и без актеров или их дублеров на съемочной площадке с весьма удобным осуществлением измерений во всех точках путей предстоящих их перемещений. При съемке на натуре нет необходимости производить измерение на самом иногда удаленном объекте съемки, который обычно находится в таких же условиях освещения, какие имеются около съемочной камеры. В этом случае достаточно измерить освещенность, создаваемую, например, солнцем и небом, около камеры.

Учитывая, что для съемки фильма обычно выбираются одна или несколько партий пленки с примерно одинаковыми свойствами, что частота съемки остается неизменной и что открытие диафрагмы объектива при съемках в павильоне также не изменяется или изменяется в очень редких случаях, необходимо и достаточно поддерживать постоянной заранее выбранную величину максимальной освещенности объекта съемки, создаваемой основным направленным светом. Эта ключевая освещенность измеряется экспонометром, расположенным около поверхности объекта (чаще всего около лица) и направленным на источник основного направленного света при включенных остальных осветительных приборах, которые также могут косвенно освещать эту поверхность объекта. Экспонометр с углом охвата 180° учитывает эту дополнительную освещенность, а также и освещенность, создаваемую рассеянным светом, отраженным другими поверхностями.

Контроль освещения по величине освещенности не исключает контроля по яркости. Большинство современных экспонометров обычного типа позволяют измерять также и яркость объектов при угле охвата 40—60°. Это дает возможность измерять только средневзвешенную яркость (т. е. с учетом яркостей и площадей участков) объекта съемки. Такое измерение при недоступности объектов съемки, освещенных не так, как освещен сам кинооператор, и являющихся не чрезмерно контрастными, дает удовлетворительные данные для выбора условий экспонирования с использованием калькулятора экспонометра.

Экспонометр с таким большим углом охвата можно применять даже для измерения яркости относительно малых участков объекта. Для этого экспонометр с соответствующей ограничивающей угол восприятия насадкой подносят к измеряемой поверхности и направляют на нее с близкого расстояния. Диаметр измеряемой площадки обычно близок к величине удаления экспонометра от нее. Необходимо при этом следить за тем, чтобы экспонометр и сам измеряющий не затеняли бы собой освещенную площадку. Так можно измерять яркости участков фонов, участков одежды актеров; некоторые операторы измеряют таким же образом яркость участков лица актера, к сожалению, допуская при этом ошибки, связанные с тем, что в результате такого измерения получается средневзвешенное значение яркости.

Близким к измерению яркости с большим углом охвата оказывается измерение средневзвешенной яркости фотоэлектрическим измерительным устройством, встроенным в киносъемочную камеру с светоприемным элементом, получающим свет сквозь объектив киносъемочного аппарата.

Применяются два варианта устройств: полуавтоматические и полностью автоматические. В первых кинооператор видит в поле зрения визира стрелку измерительного прибора или световой указатель и, вращая кольцо диафрагмы объектива, т. е. изменяя количество света, попадающее на светоприемный элемент и, следовательно, на пленку, устанавливает стрелку измерительного прибора против метки на шкале. Таким образом осуществляется установка необходимого открытия диафрагмы для измеренной средневзвешенной яркости (в пределах угла поля изображения данного съемочного объектива) при заранее установленных на механизме калькуляции значениях светочувствительности пленки, угла открытия обтюратора и частоты съемки.

В полностью автоматических устройствах осуществляется автоматическая установка диафрагмы объектива съемочной камеры.

В 35-*мм* киносъемочных аппаратах, применяемых в профессиональной кинематографии, такие встроенные экспонометрические устройства пока широко не применяются, вероятно, вследствие того, что измеряется средневзвешенная яркость всей снимаемой сцены, определяющая собой средневзвешенную оптическую плотность негатива, величина которой не является с позиций кинематографического процесса критерием оптимального качества изображения.

В течение последних лет нашли распространение так называемые *яркомеры деталей кадра*, позволяющие измерять яркость малых участков объекта съемки, не отходя от киносъемочной камеры. Эта возможность обеспечивается очень малым, порядка 1—2°, углом охвата яркомера. Выбор измеряемых участков объектов, оценка и использование полученных данных определяются конкретными задачами, которые оператор ставит перед собой; необходимость использования таких яркомеров в некоторых случаях несомненна.

К таким случаям относятся, например, контроль непрерывно изменяющейся яркости неба при режимной натурной съемке, контроль яркости удаленных участков фонов и труднодоступных объектов и др.

В СССР в массовом масштабе выпускаются экспонометры для фотолюбителей (например, широко распространенные «Ленинград-4», «Ленинград-6»), которые по своим характеристикам для использования в профессиональной кинематографии не вполне удовлетворительны. Выпускавшиеся в 1950-х годах профессиональные киноэкспонометры типа ЭП-3 и ЭП-4 в настоящее время не изготовляются. В отдельных случаях все же экспонометры, выпускаемые для фотолюбителей, можно использовать и при профессиональной киносъемке, поэтому в табл. IX-13 приведены некоторые их данные. В основном в профессиональном кинематографе и телевидении применяются импортные приборы, данные которых приведены в табл. IX-14.

Таблица IX-13

Краткие данные некоторых отечественных любительских фотоэкспонометров, имеющих ограниченное применение в профессиональной кинематографии

Наименование	Пределы измеряемых световых величин: яркость, $кд/м^2$	Пределы измеряемых световых величин: освещенность, *лк*	Угол зрения при измерении яркости (верт.×гориз.) *град.*	Интервалы калькулируемых величин	Характеристика
«Ленинград-4»	I предел измерений: 6,5—800; II предел измерений: 800—50 000	I предел измерений: 120—16 000; II предел измерений: 15 000—1 000 000	60×65	Светочувствительность ед. ГОСТ: 4—1000. Диафрагма: 1,4—22. Выдержка: $^1/_{1000}$—15*с*	Селеновый фотоэлемент. Шкала гальванометра логарифмическая в условных единицах. Переключение диапазонов заслонкой
«Ленинград-6»	I предел измерений: 0,05—50; II предел измерений: 25—25 000	I предел измерений: 1—1000; II предел измерений: 500—500 000	20×20	Светочувствительность ед. ГОСТ: 4—1000. Диафрагма: 1,4—22. Выдержка: $^1/_{1000}$—60 *с*	Светочувствительный элемент—фоторезистор с питанием элементами РЦ-53. Шкала гальванометра логарифмическая в условных единицах. Переключение диапазонов электрическое. Торможение стрелки
«Ленинград-10»	I предел измерений: 4,1—745; II предел измерений: 132—2400; III предел измерений: —	I предел измерений: 1,5—250; II предел измерений: 89—16 000; III предел измерений: 2850—510 000	25×25	Светочувствительность ед. ГОСТ: 4—1000. Диафрагма: 1,4—22. Выдержка: $^1/_{2000}$ *с*—2 *ч*	Селеновый фотоэлемент в поворотной головке. Шкала гальванометра логарифмическая в условных единицах. Две съемные насадки для измерения яркости и две — для измерения освещенности
«Свердловск-2»	0,2—26 000	—	12×16	Светочувствительность ед. ГОСТ: 1—2000. Диафрагма: 0,7—64. Выдержка: $^1/_{4000}$ *с*—30 *мин*	Светочувствительный элемент—фоторезистор. Без показывающего прибора — с световым нульиндикатором (светодиод) в поле зрения визира. Ручка потенциометра балансной схемы связана с калькулятором. Измеряет только яркость

Таблица IX-14

Краткие данные некоторых зарубежных экспонометров и яркомеров деталей кадра, применяемых в СССР

Наименование	Интервалы калькулируемых величин	Характеристика
«Лунасикс», Госсен («Lunasix», Gossen)	Экспозиционный индекс ASA: 6—25 000. Диафрагма: 1—90. Выдержка: 1/4000 *с*—8 *ч*. Частота киносъемки: 8—128 *кадр/с*	Яркомер с углом охвата 30°. Люксметр с применением полусферической рассеивающей насадки. Светочувствительный элемент — фоторезистор CdS. Питание — ртутная батарея. Два диапазона измерений. Торможение стрелки
«Норвуд Супер Директор» («Norwood Super Director»)	Экспозиционный индекс ASA: 3—20 000. Диафрагма: 1—45. Выдержка: 1/1000—1 *с*	Яркомер с решетчатым ограничителем угла охвата. Люксметр с полусферической рассеивающей насадкой. Два диапазона измерений. Отсчет в значениях диафрагмы. Светочувствительный приемник — селеновый фотоэлемент
«Секоник Студио де люкс», модель L—28C («Seconic Studio de Luxe»)	Экспозиционный индекс ASA: 8—12 000. Диафрагма: 1—45. Выдержка: 1/2000 *с*—1 *мин* Частота киносъемки: 8—128 *кадр/с*	Яркомер с решетчатым ограничителем. Люксметр с полусферической или плоской рассеивающей насадкой. Двойная шкала — в фут-канделах и диафрагмах. Торможение стрелки. Поворотная головка. Набор из девяти поглотителей света для разных по чувствительности пленок. Приемник — селеновый фотоэлемент
«Спектра Комби-500» («Spectra Combi-500»)	Экспозиционный индекс ASA: 0,1—32 000 Диафрагма: 0,5—45. Выдержка: 1/4000 *с*—8 *мин*. Частота киносъемки: 8—64 *кадр/с*	Два светочувствительных элемента: селеновый фотоэлемент и фоторезистор CdS (для слабого освещения). Двойная шкала — в фут-канделах и диафрагмах. Три диапазона измерений: 0—250, 0—2500 и 0—25 000 фут-кандел. Набор из четырнадцати поглотителей света для разных по чувствительности пленок
«Спектра профессиональный» («Spectra Professional»)	Экспозиционный индекс ASA: 0,1—32 000. Диафрагма: 0,5—45. Выдержка: 1/4000 *с*—8 *мин*. Частота киносъемки: 8—64 *кадр/с*	Несколько упрощенная модель «Комби-500», без возможности работы при очень слабом освещении, т. е. без фоторезистора
«Вестон Мастер-V» («Weston-Master-V»)	Экспозиционный индекс ASA: 0,1—16 000. Диафрагма: 1—32. Выдержка: 1/2000 *с*—1,5 *мин*	Яркомер с решетчатым ограничителем угла. Люксметр с специальной рассеивающей насадкой «Invercone». Селеновый

Продолжение табл. IX-14

Наименование	Интервалы калькулируемых величин	Характеристика
		фотоэлемент. Два диапазона измерений. Торможение стрелки
«Асахи Пентакс» («Asahi Pentax 1°/21° Meter»)	Экспозиционный индекс ASA: 6—6400. Диафрагма: 1—128. Выдержка: 1/4000 *с*—4 *мин*	Яркомер деталей кадра с рабочим углом 1° при угле поля изображения — 21°. Два диапазона измерений. Питание — ртутный элемент 1,3 *В* и сухая батарея 9 *В*. Светочувствительный элемент — фоторезистор CdS
«Спектра Комби-500. Фотоспот» («Spectra Combi-500. Photospot»)	Экспозиционный индекс ASA: 0,1—32 000. Диафрагма: 0,5—45. Выдержка: 1/4000 *с*—8 *мин*. Частота киносъемки: 8—64 *кадр/с*	Насадка — ограничитель с углом 5° для экспонометра «Спектра Комби-500». Работает только с использованием фоторезистора
«Минолта Аутоспот-1°» («Minolta Autospot-1°»)	—	Яркомер деталей кадра с рабочим углом 1° при угле поля изображения 8°. Приемник — кремниевый фотодиод. Калькулятор экспозиции автоматический в поле визира

КОНТРОЛЬ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ КИНОСЪЕМКЕ

При изменении распределения энергии в спектре съемочного освещения происходит изменение соотношений между величинами фотографического действия в слоях негатива. При этом изменяется цветопередача объекта съемки.

Допустимая погрешность в цветопередаче однозначно определена быть не может вследствие влияния многообразия сюжетных особенностей изображения; она зависит также и от условий и особенностей цветовосприятия зрителей и условий наблюдения. Опыт показывает, что во многих случаях восприятия киноизображения допустимые отклонения от идеальной цветопередачи оказываются довольно большими.

Важнейшими требованиями к цветопередаче в цветном фильме являются: постоянство цветов сюжетно-важных деталей от кадра к кадру, т. е. во времени, и однородность цвета в данном кадре в пределах каждой одноцветной детали изображения. Закономерными являются отклонения от этих требований, которые допускаются в целях создания соответствующего художественного эффекта путем использования, например, цветного освещения.

При неизменных характеристиках цветной пленки и процесса ее обработки постоянства цветопередачи при нормальной экспозиции можно достичь поддержанием постоянства спектрального состава съемочного освещения. Наименее искаженная цветопередача может быть получена при выборе спектрального состава съемочного освещения, соответствующего балансной норме для данной негативной пленки.

При некоторых отклонениях спектрального состава съемочного освещения от нормального для данной негативной пленки может осуществляться коррекция цветопередачи с помощью цветных светофильтров, в одних случаях надеваемых на объектив киносъемочной камеры при съемке (например, при съемке на пленке типа ЛН при дневном освещении), в других случаях используемых при печати позитива. В последнем случае при необходимости значительной коррекции обычно получается некоторое снижение полезной фотографической широты цветного негатива и как следствие возможное возникновение искажений цветопередачи в тенях и светáх позитивного изображения.

Целью контроля спектрального состава съемочного освещения является обеспечение постоянства цветопередачи от кадра к кадру и от плана к плану при условии возможно меньших изменений в цветовой настройке копировального аппарата при печати позитива, а также обеспечение однородности цветопередачи одноцветных деталей каждого кадра при всех их возможных перемещениях. Нарушение местной однородности цветопередачи, обязанное различиям спектрального состава освещения в различных участках снимаемого пространства, путем использования светофильтра на объективе или при печати скомпенсировано быть не может.

Контроль заключается в проверке соответствия спектрального состава освещения балансной норме и определения необходимых изменений путем использования цветных компенсационных светофильтров или изменения режима работы источников света. Эффектное цветное освещение проверяется в отношении его постоянства. Спектральный состав всех основных видов искусственного и естественного освещения практически достаточно характеризовать двумя числами, показывающими отношения эффективных энергий в синей, зеленой и красной зонах спектра, определяемых кривыми спектральной чувствительности соответствующих слоев негативной кинопленки.

Для всех фаз дневного света, для света ламп накаливания, угольных дуг с компенсационными светофильтрами, ксеноновых газоразрядных ламп, металлогалогенных ламп (соответствующих техническим требованиям) относительная энергия в зеленой зоне спектра практически однозначно связана с соотношением эффективных энергий в синей и красной зонах. Следовательно, для характеристики и контроля спектрального состава любого из упомянутых видов съемочного освещения достаточно контролировать соотношение энергий в двух зонах спектра, пользуясь *методом сине-красного отношения*. При использовании метода для контроля киносъемочного освещения выгодно и удобно зоны контрольно-измерительного прибора выбирать так, чтобы они

воспроизводили кривые спектральной чувствительности сине- и красночувствительного слоев цветной негативной пленки.

Шкала измерительного прибора может градуироваться как в кельвинах цветовой температуры (К), так и в микрообратных градусах (майредах), являясь в последнем случае приблизительно равнопорожной для очень большого интервала значений цветовой температуры (см. стр. 222).

При трехзональном контроле спектрального состава киносъемочного освещения, разработанном С. А. Друккером (НИКФИ), определяется соотношение эффективных энергий в трех цветофотографических зонах спектра, т. е. зонах, соответствующих кривым спектральной чувствительности трех слоев цветной негативной кинопленки (см. рис. VI-4). Эти зоны характеризуются эффективными длинами волн 416, 545 и 637 *нм*.

Спектральный состав освещения при этом характеризуется двумя *коэффициентами цветофотографического баланса:*

$$\alpha = \frac{P_{\text{эфф. син}}}{P_{\text{эфф. кр}}} \quad \text{и} \quad \beta = \frac{P_{\text{эфф. зел}}}{P_{\text{эфф. кр}}} .$$

Для выражения спектральных характеристик киносъемочного освещения и компенсационных светофильтров введены практические единицы 1СК* (сине-красная) и 1ЗК (зелено-красная), приблизительно соответствующие по действию на цветопередачу 5%-ным ступеням корректировочных светофильтров, применяемых при печати позитива.

У реальных источников света изменения в цветофотографическом балансе происходят одновременно по всем трем зонам спектра. У температурных и близких к температурным источникам света, включая и естественный дневной свет, изменение освещения на 1СК сопровождается закономерным изменением в среднем еще на $^2/_3$ ЗК. Необходимо указать, что значения цветовой температуры при трехзональном цветофотографическом контроле практически всех источников света (кроме ламп накаливания) могут не совпадать с значениями цветовой температуры, найденной по оценке цвета излучения для глаза, так как кривые спектральной чувствительности слоев негативной пленки и кривые сложения глаза различны. Поэтому введен термин «цветофотографическая температура», представляющая собой температуру абсолютно черного тела, при которой цветофотографическсе действие (α и β) его света будет таким же, как и у данного излучения.

Контрольно-измерительные приборы для цветной фотографии и кинематографии и для телевизионной передачи, включая и зарубежные, как правило, имеют шкалы не цветовой, а цветофотографической температуры (обычно без прямого указания на это). Вследствие некоторого различия спектральных кривых чувствительности зон цветных пленок разных фирм и цветных телевизионных трубок могут наблю-

* Число СК = 10 lg α.

даться и некоторые различия в показаниях измерительных приборов при измерении одних и тех же излучений.

В качестве основного допуска на отклонение спектрального состава освещения от нормы или другой выбранной постоянной в данном случае величины, т. е. допускаемого непостоянства или неоднородности при обычной съемке, принята величина ±17 микрообратных градусов (Δ СК = ±0,85).

Для цветофотографической разности между освещением сюжетно-важной детали и фона или тени практически может быть допущено непостоянство, в 1,5 раза превышающее эту величину.

Выраженные в значениях цветовой (или цветофотографической) температуры допуски для двух основных видов балансного освещения составляют:

для 3200 К +190К
−160К
для 5250 К +550К
−425К

ЦВЕТОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КИНОСЪЕМОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Все эти приборы построены на измерении (последовательном или одновременном) энергий в двух или трех зонах спектра с получением показаний одного или двух измерительных приборов в виде одного или двух отношений, выражаемых в градусах цветовой (или цветофотографической) температуры или майредах и часто в ступенях корректировочных светофильтров, которые необходимо применить при съемке (для зелено-красного отношения обычно указываются только корректировочные светофильтры).

В советской кинотехнике для цветных измерений применяется *цветояркомер* типа ЦЯ-1. Этот прибор представляет собой яркомер с углом охвата 1,5° при угле наблюдения 10°×14°. В нем использован фотоэлемент с усилителем, позволяющий вести измерения трех зональных яркостей в интервале от 20 до 120 000 *асб*. Выполняются следующие функции:

определение фотографического (применительно к трехцветному фотографическому процессу) цвета поверхностей;

измерение цветоделенных фотографических яркостей и визуальной яркости отдельных малых участков объектов съемки;

определение трехзональных спектральных характеристик света и съемочных и осветительных светофильтров.

Довольно широко используются в СССР следующие зарубежные приборы.

«Минолта Триколор» (**«Minolta Three Color»**) измеряет падающий свет; в качестве светоприемников используются три кремниевых фотодиода. Отсчет цветофотографической температуры в интервале от 2500 до 12 500 К с точностью ±5 майред при значениях освещенности (также измеряемой прибором) от приблизительно 1000 до 130 000 *лк*. Одновременно с измерением указываются необходимые корректировочные светофильтры как синие или красные, так и пурпурные или зеленые. Питание от ртутных батарей. Торможение стрелки.

«Госсен Сикстиколор» (**«Gossen Sixticolor»**) измеряет падающий свет; в качестве светоприемника используется селеновый фотоэлемент. Интервал измерений 2600—20 000 К, шкала имеет обозначения также и в майредах. Прибор предварительно устанавливается на определенный тип цветной пленки и указывает необходимые для нее корректировочные светофильтры. Торможение стрелки.

«Спектра-измеритель цветовой температуры» (**«Spectra CT Meter»**) измеряет падающий свет; в качестве светоприемника используется селеновый фотоэлемент. Интервал измерений цветовой температуры 2000—6000 К с точностью ±50 К и освещенности 0—1000 фут-кандел (0—11 000 *лк*) с точностью ±5%.

«Спектра Триколор» («Spectra Three Color») измеряет падающий свет; светоприемники — три кремниевых фотодиода. Интервал измерений цветофотографической температуры 2500—30 000 К с точностью ±5 *мрд* (при освещенности более 50 *лк*) и освещенности 10—250 000 *лк*. Имеет два отдельных измерительных прибора с тормозящимися стрелками. Калькулятор позволяет по данным измерения определить номер необходимых корректировочных светофильтров. Питание от двух батарей по 4 *В*.

РАЗДЕЛ X

КИНОПЛЕНКИ, ИХ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИЛЬМОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кинопленка — основной и пока практически единственный материал для фиксации изображения в кинематографии, а в телевидении она занимает значительное место наряду с магнитными лентами для видеозаписи.

В кинематографии, где тираж копий часто достигает многих сотен и даже тысяч экземпляров, а к качеству изображения предъявляются особо высокие требования, связанные с показом фильмов в крупных кинотеатрах на больших экранах, широкое распространение в производстве фильмов получил традиционный негативно-позитивный процесс. При этом для съемки, как правило, используется 35-*мм* кинопленка, а в отдельных случаях и 70-*мм*.

В телевидении, учитывая специфику показа, чаще применяют процессы производства, основанные на использовании для съемок обращаемых 16-*мм* кинопленок, что позволяет сократить время и затраты на подготовку кинотелевизионных программ.

Естественно, что такое сложившееся разделение процессов между кинематографией и телевидением не является строгим и часто для производства телевизионных фильмов применяются негативно-позитивные процессы и 35-*мм* кинопленки, а в кинематографии используют узкую пленку и процессы с обращением изображения.

В ближайшее время следует ожидать еще большего распространения обращаемых пленок в кинематографии, так как в ряде случаев с их помощью может быть получено лучшее качество изображения, чем в негативно-позитивном процессе.

Предприятия и фирмы, производящие кинопленки, выпускают для каждого из этих

процессов определенный комплект цветных и черно-белых кинопленок с согласованными между собой характеристиками. В такой комплект обычно входят пленки для съемки, контратипирования и печати копий, что позволяет в каждом случае наиболее рационально организовать производство фильма в зависимости от условий съемки, необходимого тиража и особенностей показа. Кроме того, широкое распространение различных систем кинематографа вызвало необходимость перехода от одного формата к другому с применением пленок разной ширины.

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИНОПЛЕНОК И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ (СЕНСИТОМЕТРИЯ)

Многообразие типов кинопленок, используемых в процессах производства и тиражирования черно-белых и цветных кино- и телефильмов, а также широкий ассортимент светочувствительных материалов, применяемых в промышленности и других отраслях народного хозяйства, требует постоянного и строгого контроля их фотографических свойств и режимов химико-фотографической обработки. Такой контроль должен быть объективным и количественно выражать основные качественные показатели кинопленок. Методы контроля и технические средства для его осуществления относятся к *фотографической сенситометрии*.

В зависимости от назначения кинопленки имеют различные фотографические свойства, соответствующие условиям и особенностям их использования.

Основными общепринятыми показателями, характеризующими фотографические свойства различных видов кинопленок, являются:

коэффициент контрастности γ или средний градиент плотности $\overline{q}$, от которого зависит характер передачи кинопленкой деталей яркости объекта съемки;

светочувствительность S, определяющая условия экспонирования кинопленки при съемке или в процессе печати;

фотографическая широта L, определяющая возможность неискаженной передачи пленкой определенного интервала яркостей оптического изображения объекта съемки или интервала плотностей исходного негатива;

цветочувствительность или спектральная чувствительность, от которой зависит правильность тоновоспроизведения цветного объекта съемки черно-белыми пленками и цветоделительные свойства цветных пленок;

разрешающая способность R, характеризующая воспроизведение пленкой мелких деталей изображения и частично его резкость;

частотно-контрастная характеристика (ЧКХ), определяющая степень снижения контрастности, в зависимости от размеров деталей изображения.

Для цветных кинопленок, кроме того, характерными показателями являются: баланс контраста $Б_к$, определяющий степень неравномерности передачи контраста объекта съемки в трех спектральных зонах, и баланс чувствительности $Б_ч$, выражающий различие в светочувствительности отдельных слоев многослойной цветной кинопленки.

В основе метода сенситометрического контроля большинства фотографических свойств кинопленок лежит исследование и анализ зависимости между количеством освещения, действующего на светочувствительный эмульсионный слой, и вызываемым им фотографическим эффектом, т. е. образованием в результате проявления оптических плотностей за счет восстановления металлического серебра в черно-белых пленках и образования соответствующих красителей в цветных пленках.

Указанные зависимости определяются на основании исследования *сенситограмм* кинопленок, т. е. ступенчатого ряда плотностей, полученных в строго регламентированных условиях экспонирования и химико-фотографической обработки.

Приводимые ниже способы определения фотографических показателей кинопленок соответствуют действующей в СССР сенситометрической системе (ГОСТ).

1. ЭКСПОНИРОВАНИЕ, ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕРЕНИЕ СЕНСИТОГРАММ

Сенситограммы печатают в специальном приборе — *сенситометре*, обеспечивающем строгое соблюдение условий экспонирования как по количеству освещения каждого поля, так и по спектральному составу света. *Сенситограмма* представляет собой отрезок кинопленки, на котором расположен ряд полей, экспонированных через оптический клин, у которого разность плотностей каждых двух соседних ступеней составляет 0,150±0,05. Продолжительность экспонирования всех полей сенситограммы одинакова, но абсолютное значение времени экспонирования может изменяться в некоторых пределах (от 0,01 до 0,1 *с*), в зависимости от типа и светочувствительности испытуемой пленки.

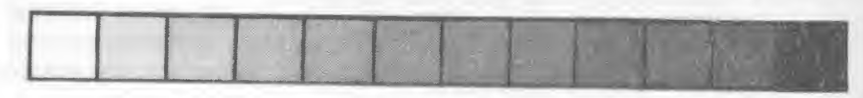


Рис. X-1. Сенситограмма со ступенчатым клином

На рис. X-1 показана сенситограмма, полученная в одном из применяемых в СССР сенситометров со ступенчатым клином. Стандартом допускается также использование в сенситометрах клиньев с плавным, а не ступенчатым изменением плотностей.

В качестве источника света в сенситометре применяется лампа накаливания, работающая при цветовой температуре 2850±20 К и обеспечивающая силу света, достаточную для получения полного интервала экспозиций. При печати сенситограмм свет лампы с помощью специальных светофильтров приводится к источнику с цветовой температурой 3200 или 5500 К. При $T=5500$ К экспонируют негативные и обращаемые кинопленки, предназначенные для съемки при естественном дневном освещении или при свете дуговых прожекторов. При $T=3200$ К печатают сенситограммы всех остальных видов кинопленок, кроме специальных, предназначенных для работы в инфракрасной зоне спектра. Для них в сенситометре применяют дополнительный темно-красный светофильтр из стекла КС-19.

При экспонировании различных по светочувствительности кинопленок для нормированного ослабления общей освещенности в сенситометре могут применяться нейтральные светофильтры соответствующей плотности или другие способы ослабления света, не изменяющие его спектральный состав.

Экспонированные сенситограммы обрабатывают в строго регламентированных для каждого вида кинопленок условиях, так как свойства светочувствительных материалов, выражающиеся в характере зависимости получаемых плотностей от величин экспозиций, являются результатом не только особенностей самого светочувствительного слоя, но и условий проявления. Поэтому рецептура всех растворов, их температура, время обработки и условия сушки сенситограмм для различных видов кинопленок тоже строго регламентируются.

Для выявления и анализа зависимости плотностей от величин экспозиций все поля проявленной сенситограммы измеряют на специальном приборе — *денситометре*, служащем для определения оптических плотностей.

Величина оптической плотности определяет степень ослабления проходящего через нее светового потока и выражается зависимостью:

$$D=\lg\frac{F_0}{F},$$

где F_0 — световой поток, упавший на поверхность; F — световой поток, прошедший через среду с оптической плотностью D. Но так как отношение $\frac{F}{F_0}$ является коэффициентом пропускания τ, то плотность может быть выражена и как величина, обратная десятичному логарифму коэффициента пропускания:

$$D=\lg\frac{1}{\tau}.$$

За единицу оптической плотности $D=1$ принята плотность среды, пропускающей 0,1 падающего на нее светового потока.

В табл. VI-8 в разделе VI «Элементы светотехники» приведены значения коэффициентов пропускания, соответствующих различным оптическим плотностям.

При контроле черно-белых кинопленок на денситометрах определяют так называемые *диффузные оптические плотности*, характери-

зующие ослабление пучка рассеянного света, проходящего через пленку*.

В цветных кинопленках общая плотность в любой точке поля изображения слагается из плотностей, образуемых тремя различными спектрально-избирательными красителями, выделяющимися вследствие действия света и проявления в соответствующих светочувствительных слоях пленки.

Измерение послойных плотностей полей сенситограмм цветных кинопленок производится за тремя светофильтрами с узкими зонами пропускания, соответствующими синему, зеленому и красному участкам спектра.

При измерении сенситограмм цветных негативных и контратипных сортов пленок определяют так называемые *копировальные плотности*, а для позитивных и обращаемых съемочных пленок — *визуальные эквивалентно-серые*.

Оба эти вида плотностей выражаются через нейтральные серые плотности, эквивалентные измеряемым цветным по степени ослабления действия светового потока на отдельные светочувствительные слои позитивных пленок — копировальные плотности или на восприятие цветного изображения глазом — визуальные эквивалентно-серые.

2. ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ КИНОПЛЕНОК

Полученную в результате измерения полей сенситограмм зависимость величины плотности от величины экспозиции принято выражать графически в виде так называемой *характеристической кривой*. Для удобства последующего анализа и определения ряда фотографических свойств кинопленок характеристические кривые строят на специальных стандартных *сенситометрических бланках*, на которых оптические плотности откладываются на вертикальной оси, а десятичные логарифмы экспозиции — на горизонтальной. При этом масштабы обеих величин выбраны так, что отрезок, отвечающий единице плотности, равен отрезку, соответствующему единице логарифма экспозиции.

На рис. X-2 приведена построенная на таком сенситометрическом бланке типичная для черно-белых негативных кинопленок характеристическая кривая. Она имеет три участка: начальный *АБ*, называемый *областью недодержек*, на котором увеличение оптических плотностей не пропорционально увеличению экспозиций; *БВ — прямолинейный участок* пропорциональной передачи, или *область правильных экспозиций*; *ВГ — область передержек*, в которой прирост плотностей опять уменьшается и непропорционален величинам экспозиций. Ордината D_0 соответствует плотности, называемой *плотностью вуали*, образую-

* Во всех случаях при построении характеристических кривых кинопленок и анализа результатов испытания из измеренной плотности исключается плотность основы кинопленки.

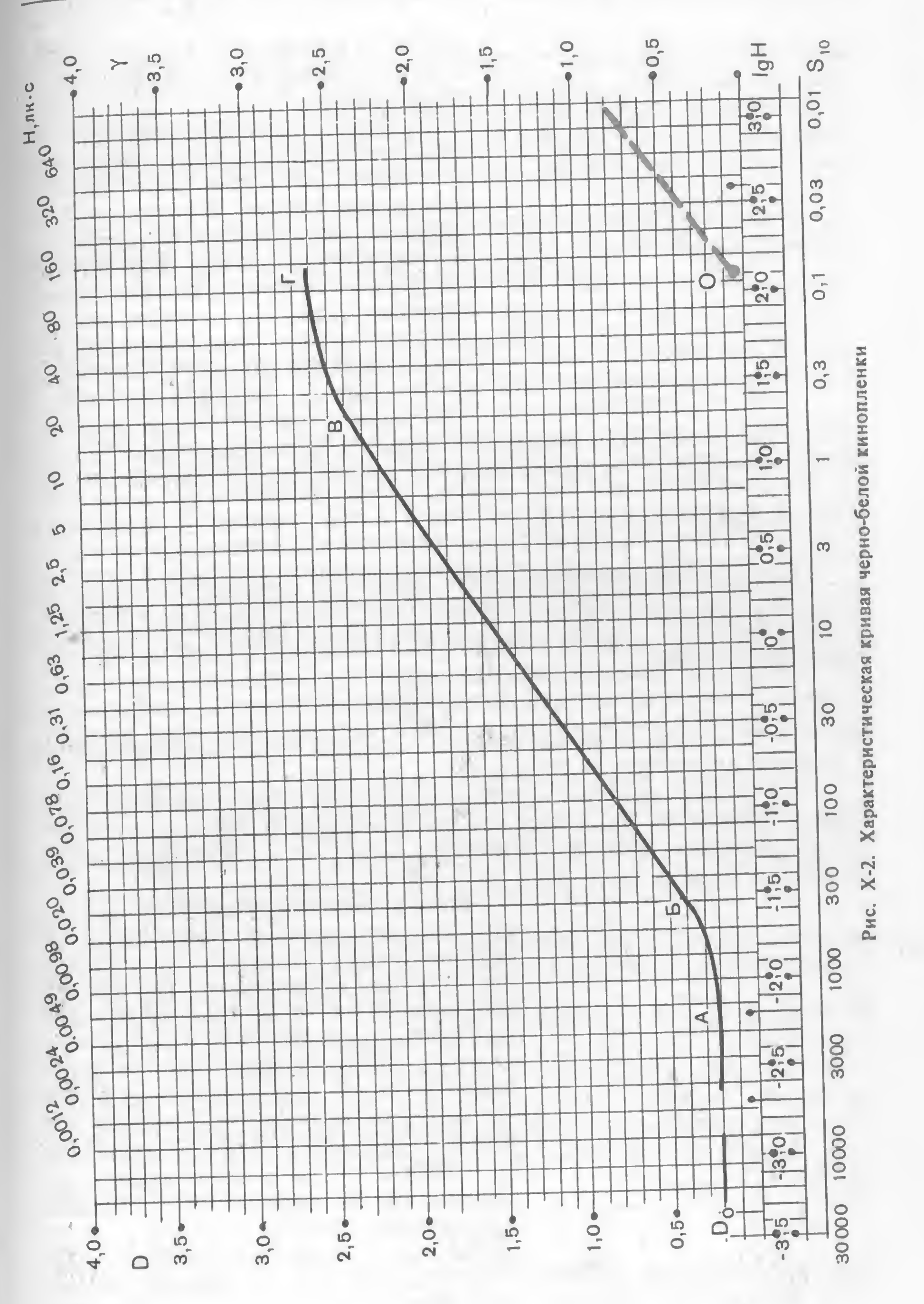


Рис. X-2. Характеристическая кривая черно-белой кинопленки

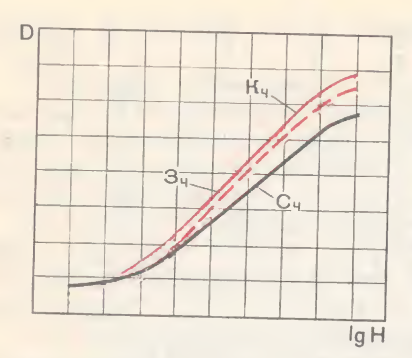


Рис. X-3. Характеристическая кривая цветной кинопленки

щейся на пленке после проявления в местах, вообще не подвергшихся действию света.

На рис. X-3 приведены кривые, соответствующие трем отдельным светочувствительным слоям цветной негативной пленки. Фотографические свойства каждого слоя определяются его характеристической кривой. Кривая $С_ч$ соответствует синечувствительному слою; $К_ч$ — красночувствительному и $З_ч$ — зеленочувствительному. Свойства цветной кинопленки в целом зависят от характеристик ее отдельных слоев и степени их различия между собой. Чем меньше отличаются послойные характеристические кривые друг от друга, тем, как правило, лучше цветная пленка.

3. КОЭФФИЦИЕНТ КОНТРАСТНОСТИ

Коэффициент контрастности выражает зависимость изменения плотности от изменения логарифма экспозиции (рис. X-4) в пределах прямолинейного участка характеристической кривой кинопленки и равен отношению·

$$\gamma = \frac{\Delta D}{\Delta \lg H},$$

где ΔD — изменение плотности; $\Delta \lg H$ — соответствующее ей изменение логарифма экспозиции.

Коэффициент контрастности γ может быть также выражен как tg угла, образуемого продолжением прямолинейного участка характеристической кривой пленки с горизонтальной осью логарифмов экспозиций.

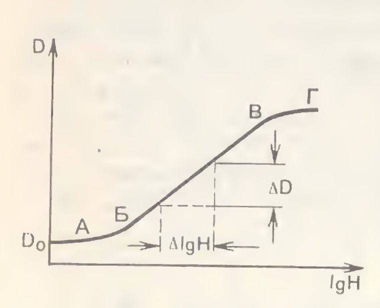


Рис. X-4. Определение коэффициента контрастности кинопленки

Если характеристические кривые кинопленок построены на стандартных сенситометрических бланках, то определение величины коэффициента контрастности может быть произведено графически. Для этого нужно из точки *O*, обозначенной на бланке (см. рис. X-2), провести прямую линию, параллельную прямолинейному участку характеристической кривой, до пересечения с вертикальной шкалой коэффициентов контрастности, расположенной на правой стороне бланка, как показано красным пунктиром. Точка пересечения этой линии со шкалой укажет искомую величину коэффициента контрастности.

Для цветных кинопленок по послойным характеристическим кривым определяются так называемые *частичные коэффициенты контрастности* каждого слоя. За общий коэффициент контрастности цветной кинопленки принимается больший из частичных коэффициентов, относящихся к зеленочувствительному или красночувствительному слою.

Кроме того, для цветных кинопленок определяется величина *баланса контрастности* $Б_к$. Она равна разности наибольшего и наименьшего значений частичных коэффициентов контрастности:

$$Б_к = \gamma_{макс} - \gamma_{мин}.$$

Чем меньшим числом выражается $Б_к$, тем лучше качество пленки. Допустимые значения $Б_к$ для различных типов цветных кинопленок определяются техническими условиями на их выпуск.

Абсолютные значения коэффициентов контрастности кинопленок разного назначения различны. Их оптимальные величины, обозначаемые $\gamma_{рек}$ (рекомендованное значение), выбраны в зависимости от функций, выполняемых теми или другими видами кинопленок в сквозном кинематографическом процессе — от съемки до демонстрирования в кинотеатре копии готового фильма. Величины коэффициентов контрастности подобраны так, чтобы по возможности обеспечить оптимальную передачу общего интервала и деталей яркости объекта съемки. Неизбежная потеря контраста изображения, происходящая за счет светорассеяния в объективе при съемке и повторяющаяся при демонстрировании фильма, частично компенсируется использованием в фотографической части процесса кинопленок с повышенным коэффициентом контрастности.

Значения $\gamma_{рек}$ для различных видов кинопленок приняты такими, чтобы их произведение, определяющее передачу контраста на всех стадиях преобразования кинематографического изображения от первичного негатива до прокатной фильмокопии, включая контратипирование, всегда было больше единицы и компенсировало потерю контраста при съемке и проекции.

При испытании кинопленок определение всех фотографических показателей производится обязательно при соблюдении рекомендованного значения коэффициента контрастности.

Исключением является испытание негативных сортов кинопленок при критерии светочувствительности $0{,}1 + D_0$ (см. 4. «Светочувствительность кинопленок»). В этом случае коэффициент контрастности γ, относящийся исключительно к прямолинейному участку, заменяется *средним градиентом плотности* $\bar{q}$, который определяется также из отношения изменения плотности ΔD к изменению величины логарифма экспозиции $\Delta \lg H$:

$$\bar{q} = \frac{\Delta D}{\Delta \lg H},$$

из чего следует, что для прямолинейного участка характеристической кривой значения γ и $\bar{q}$ будут равны.

4. СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КИНОПЛЕНОК

В соответствии с принятой в СССР системой сенситометрии и действующими стандартами общая светочувствительность всех видов кинопленок определяется при рекомендованном коэффициенте контрастности $\gamma_{рек}$ как величина, связанная обратной зависимостью с экспозицией, необходимой для получения определенной оптической плотности, установленной для каждого вида кинопленок и называемой *критерием светочувствительности* $D_{кр}$.

Величина *общей светочувствительности* S выражается в единицах ГОСТ и определяется по формуле:

$$S=\frac{K}{H_{кр}}\ \text{ед. ГОСТ},$$

где $H_{кр}$ — экспозиция в люкс-секундах, отвечающая оптической плотности $D_{кр}$, принятой за критерий светочувствительности для данного вида кинопленки (для всех видов кинопленок, кроме обращаемых, плотность $D_{кр}$ должна превышать плотность вуали D_0 на установленную величину; для обращаемых кинопленок она должна превышать на установленную величину плотность $D_{мин}$); K — постоянный для каждого типа кинопленок коэффициент пропорциональности.

Для цветных негативных кинопленок при $D_{кр}=0{,}85+D_0$ коэффициент $K=20$. Для черно-белых негативных кинопленок при $D_{кр}=0{,}85+D_0$ $K=10$, а при $D_{кр}=0{,}1+D_0$ $K=0{,}5$.

При испытании негативных сортов кинопленок, когда за критерий светочувствительности принимается плотность $0{,}1+D_0$, которая может находиться не на прямолинейном участке характеристической кривой, все показатели определяются при рекомендованном значении среднего градиента плотности $\bar{q}_{рек}$.

Для черно-белых негативных кинопленок, в соответствии с ГОСТом 10691—73* и международными рекомендациями, величина $\bar{q}_{рек}$ принята равной 0,62. При этом оговаривается дополнительное условие, что величина среднего градиента определяется по разности плотностей в двух точках характеристической кривой кинопленки (рис. X-5), отстоящих одна от другой на величину, равную разности экспозиций $\Delta\lg H=1{,}3$. При этом меньшая из двух плотностей выбирается равной $0{,}1+D_0$, т. е. $D_{кр}$.

Величина среднего градиента вычисляется по формуле:

$$\bar{q}=\frac{\Delta D}{\Delta\lg H}=\frac{D_2-D_1}{\lg H_2-\lg H_1},$$

где $D_1=D_0+0{,}1$; D_2 — соответствует плотности, отвечающей экспозиции $\lg H_2$, превышающей на 1,3 экспозицию, соответствующую точке с плотностью $D_0+0{,}1$ на кривой рис. X-5.

* В ближайшее время аналогичный критерий светочувствительности будет распространен и на цветные негативные кинопленки.

Величина общей светочувствительности может быть также определена графически по характеристическим кривым, построенным на стандартных сенситометрических бланках, для чего достаточно опустить перпендикуляр из точки на характеристической кривой, соответствующей плотности, принятой за критерий светочувствительности для данного вида пленок на шкалу светочувствительности, и по ней прочесть искомую величину в единицах ГОСТ.

Рис. X-5. Определение среднего градиента плотности

Для многослойных цветных кинопленок по послойным характеристическим кривым теми же способами определяется как частичная светочувствительность $S_ч$ для каждого из трех слоев отдельно, так и общая (экспонометрическая) светочувствительность. За общую светочувствительность всех видов цветных кинопленок, кроме обращаемых, принимается величина наименьшей из послойных — частичных светочувствительностей, а для обращаемых, наоборот, — величина наибольшей частичной светочувствительности.

Для всех видов кинопленок полученные в результате вычисления или графического определения величины светочувствительности округляются до ближайших меньших чисел, близких к нормальному ряду с коэффициентом $\sqrt{2}$:0,09; 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,0; 1,4; 2,0; 2,8; 4,0; 5,5; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 65; 90; 130; 180; 250; 350; 500; 700; 1000.

При принятом в ряду коэффициенте $\sqrt{2}$ изменение светочувствительности кинопленки на каждые две ступени ряда соответствует изменению ее величины в два раза.

Соответствующие этому ряду чисел значения светочувствительности проставляются фабриками на упаковке и в паспортах кинопленок.

Кроме общей и частичной светочувствительности для цветных пленок определяется величина *баланса светочувствительности* $Б_ч$, характеризующая степень неравномерности чувствительности отдельных слоев. Баланс светочувствительности выражается отношением величины светочувствительности $S_ч$ наиболее чувствительного слоя к наименее чувствительному:

$$Б_ч=\frac{S_{ч.\,макс}}{S_{ч.\,мин}}.$$

Чем ближе величина $Б_ч$ к единице, тем лучше качество кинопленки. Допустимые значения $Б_ч$ для различных видов пленок устанавливаются техническими условиями.

Универсальные цветные негативные кинопленки, сбалансированные при изготовлении для съемок при искусственном освещении с цветовой температурой 3200 К, применяются и для натурных съемок с дневным светом. В этом случае пользуются специальным цветным корректи-

рующим светофильтром на объективе камеры, тип которого указывается фирмой, выпускающей пленку. Использование дополнительного светофильтра приводит к некоторому снижению эффективной светочувствительности кинопленки, что должно учитываться при определении режима экспонирования. Для таких кинопленок фирма обычно указывает их чувствительность как для искусственного света, так и для естественного с применением рекомендованного светофильтра.

Для определения светочувствительности черно-белых пленок при рекомендованном значении $\gamma_{рек}$ несколько одинаковых сенситограмм проявляют в течение различного времени. По результатам измерения этих сенситограмм строят характеристические кривые для каждого времени проявления и по ним определяют величины коэффициента контрастности γ или градиента $\bar{q}$, светочувствительности S и плотности вуали D_0. На основании полученных таким образом данных строят графики зависимости этих величин от времени проявления t (рис. X-6).

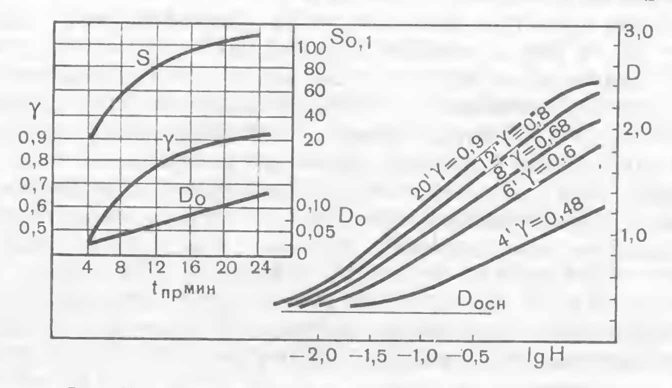


Рис. X-6. Зависимость коэффициента контрастности, светочувствительности и плотности вуали кинопленок от времени проявления

Найдя на полученном графике время проявления t, соответствующее рекомендованному для данного вида пленки коэффициенту контрастности $\gamma_{рек}$, определяют отвечающую ему величину экспонометрической светочувствительности S кинопленки, которую часто называют *числом светочувствительности.*

5. НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ИНОСТРАННЫЕ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

В различных странах, в соответствии с принятыми там сенситометрическими системами и действующими стандартами, светочувствительность кинопленок определяется иначе и в основе ее могут лежать другие критерии светочувствительности. Это не всегда позволяет осуществить строгий перевод величин светочувствительности из одной сенситометрической системы в другую. Однако с достаточной для практических целей точностью такой перевод практикуется.

В табл. X-1 приведен приближенный перевод светочувствительности кинопленок для наиболее распространенных систем ГОСТ (СССР), ASA (США) и DIN (Германия).

Таблица X-1

Приближенный перевод светочувствительности кинопленок для наиболее распространенных сенситометрических систем

Величины светочувствительности по системе:		
ГОСТ	DIN	ASA
8	10	9
11	11—12	12
16	13	17
22	14—15	25
32	16	35
45	17—18	50
65	19—20	70
90	21	100
130	22—23	140
180	24	200
250	25—26	300
350	27	400
500	28—29	600
700	30	800
1000	31—32	1100

Светочувствительность по принятой в США системе ASA определяется для негативных сортов кинопленок как величина, обратная экспозиции, необходимой для получения после обработки в стандартных условиях оптической плотности, превышающей плотность вуали D_0 на 0,1. При этом должно соблюдаться условие, что точка с плотностью $D_0+0{,}1$ на характеристической кривой отличается по величине экспозиции от точки с плотностью $0{,}9+D_0$ на $\lg H=1{,}3$; это соответствует среднему градиенту плотности 0,62.

Для негативных кинопленок численное значение величины светочувствительности в единицах ASA определяется по формуле:

$$\frac{0{,}8}{H_{0,1}+D_0} = S \text{ единиц ASA}.$$

Светочувствительность по немецкой системе DIN определяется по сенситограмме, экспонированной в сенситометре с оптическим клином, плотность полей которого изменяется с постоянным коэффициентом 0,1. По результатам измерения полей сенситограммы находят поле с плотностью $D=0{,}1+D_0$.

Светочувствительность в единицах DIN выражается номером поля сенситограммы, оптическая плотность которого превышает на 0,1 плотность вуали D_0.

6. ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ШИРОТА

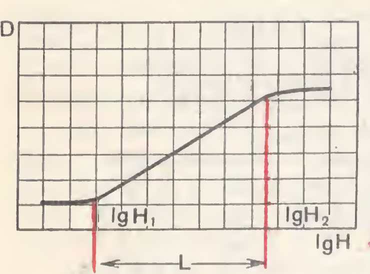


Рис. X-7. Определение фотографической широты черно-белых кинопленок

Фотографическая широта — это способность кинопленки воспроизводить пропорционально без искажений определенный интервал яркостей объекта съемки, или, вернее, его оптического изображения. Чем больше фотографическая широта пленки по отношению к интервалу яркости оптического изображения объекта съемки или интервалу плотностей какого-либо его фотографического изображения, тем при бóльших отклонениях от оптимальной экспозиции будет сохраняться правильность передачи градации яркостей и плотностей.

Фотографическая широта для черно-белых кинопленок (рис. X-7) определяется интервалом экспозиций, ограниченных точками, соответствующими началу и концу прямолинейного участка характеристической кривой при рекомендованном значении коэффициента контрастности. Количественно фотографическая широта L чаще выражается, как разность логарифмов экспозиций для указанных точек:

$$L = \lg H_2 - \lg H_1,$$

где $\lg H_1$ — логарифм экспозиции в точке начала прямолинейного участка характеристической кривой; $\lg H_2$ — логарифм экспозиции в точке конца прямолинейного участка характеристической кривой. В некоторых случаях фотографическая широта выражается не разностью логарифмов экспозиций, а отношением величин самих экспозиций, выраженных в люкс-секундах:

$$L = \frac{H_2}{H_1}.$$

В этом случае фотографическая широта прямо выражает максимально возможный интервал яркостей, правильно передаваемый кинопленкой.

Ниже приведены значения фотографической широты, выраженные обоими способами.

$L = \lg H_2 - \lg H_1$	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0
$L = \frac{H_2}{H_1}$	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	1:250	1:500	1:1000

Для многослойных цветных кинопленок (рис. X-8) фотографическая широта определяется, как разность логарифмов экспозиций (или отношение самих экспозиций), соответствующих границам участка, на котором все три послойные характеристические кривые прямолинейны.

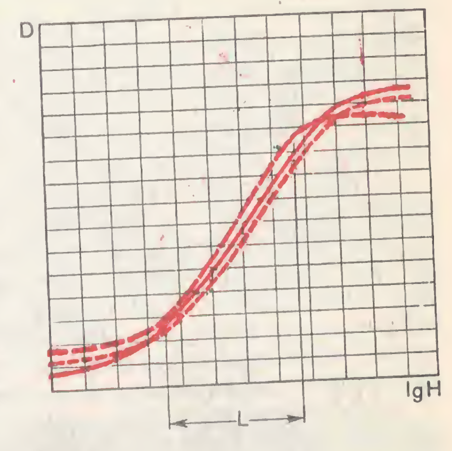


Рис. X-8. Определение фотографической широты цветных кинопленок

7. ЦВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КИНОПЛЕНОК

Цветочувствительность, или *спектральная чувствительность кинопленок* — это их способность давать фотографический эффект под воздействием световых лучей различной длины волны, т. е. разного цвета.

Для черно-белых негативных и обращаемых кинопленок спектральная область и равномерность светочувствительности по спектру определяют характер передачи ими яркостной градации тонов цветного объекта съемки. Естественная цветочувствительность эмульсии ограничивается узкой зоной сине-фиолетовых лучей и поэтому в таком виде она используется только для изготовления позитивных и некоторых контратипных кинопленок. Для негативных и обращаемых черно-белых пленок, предназначенных для киносъемки, применяются исключительно сенсибилизированные, большей частью панхроматические эмульсии, чувствительные к лучам всей видимой зоны спектра. Для некоторых видов комбинированных киносъемок, таких, как, например, цветная блуждающая маска выпускаются черно-белые инфрахроматические пленки, чувствительные к близким инфракрасным лучам с длиной волны до 760—780 *нм*.

Проверяется цветочувствительность черно-белых кинопленок спектрометрическим путем, позволяющим получить зависимость величины плотности на пленке от длины волны подействовавшего на нее света. Ввиду сложности спектрометрических измерений их часто заменяют для определения характера сенсибилизации эмульсий определением так называемой *эффективной светочувствительности*, т. е. чувствительности к определенным спектральным зонам, а не к узким спектральным участкам. Эффективная светочувствительность определяется при общем испытании пленок путем печати сенситограмм под тремя специальными цветными светофильтрами с последующим определением для каждой зоны светочувствительности обычным путем.

Для цветных кинопленок важнейшими и определяющими качество передачи цветов объектов съемки являются их цветоделительные свой-

ства, т. е. способность каждого из трех отдельных светочувствительных слоев давать фотографический эффект только под воздействием лучей соответствующего ему участка видимой части спектра.

В соответствии с этим цветные кинопленки имеют три разных светочувствительных слоя: синечувствительный, зеленочувствительный и красночувствительный. Однако в ряде случаев светочувствительные слои цветных кинопленок оказываются восприимчивыми не только к соответствующей им зоне спектра, но и к лучам некоторых других участков, что вызывает нарушения правильности цветопередачи.

В значительной степени свободны от этого недостатка так называмые *маскированные кинопленки*, или пленки с маской в слое. При изготовлении таких пленок отдельные эмульсионные слои (обычно два из трех) прокрашиваются соответствующими красителями, благодаря чему зоны спектра, действующие на слои, более строго ограничены. Маскирующие красители действуют только в момент экспонирования пленки, обесцвечиваются в процессе обработки и в синтезе цветов фотографического изображения не участвуют.

Практически все выпускаемые в настоящее время цветные негативные кинопленки и кинопленки для цветного контратипирования являются маскированными.

От строгости цветоделения в значительной степени зависит и качество воспроизведения цветов объекта съемки в кинематографическом изображении. Если это условие соблюдается, а баланс чувствительности и контраста отдельных слоев пленки находится в норме, то выделяющиеся в них после цветного проявления соответствующие три красителя цветного синтеза создают правильные негативные или позитивные цветные изображения.

Цветоделительные свойства кинопленок, зависящие в первую очередь от сенсибилизаторов, применяемых при изготовлении эмульсий отдельных светочувствительных слоев, и свойств красителей, используемых в качестве светофильтров и масок в слоях пленки, являются достаточно стабильными, вследствие чего они не проверяются при традиционных испытаниях цветных пленок.

8. РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Разрешающая способность R — это величина, характеризующая способность кинопленки воспроизводить мелкие детали оптического изображения объекта съемки. Количественно она выражается максимальным числом параллельных штрихов, равных по ширине промежуткам между ними на 1 *мм* эмульсионной поверхности, которое кинопленка еще способна воспроизвести раздельно при оптимальном экспонировании в резольвометре миры абсолютного контраста и нормированных условиях проявления.

Показатель *R* для новых сортов кинопленок заменяется в ТУ данными среднеквадратичной гранулярности и частотно-контрастной характеристики.

9. ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Частотно-контрастные характеристики (ЧКХ) кинопленок выражают зависимость передачи светочувствительным слоем контраста оптического изображения объекта съемки от размера его деталей. Таким образом, ЧКХ учитывают фотографические свойства кинопленок, практическое влияние светорассеяния в эмульсионном слое и выражают зависимость степени потери контраста от числа линий изображения на 1 *мм*, или, что то же самое, от пространственной частоты.

Частотно-контрастные характеристики постепенно вводятся в ТУ на выпуск новых сортов кинопленок и совместно с показателями среднеквадратичной гранулярности заменяют разрешающую способность. Значения ЧКХ обычно нормируются для частоты, соответствующей 30 *лин/мм*. Чем ближе к единице значение ЧКХ, тем меньшую потерю контраста вносит пленка и лучше ее качество.

10. СРЕДНЕКВАДРАТИЧНАЯ ГРАНУЛЯРНОСТЬ

Зернистость фотографического изображения, во многом определяющую его качество, принято выражать величиной среднеквадратичной гранулярности, которая определяется методом измерения флуктуации плотности экспонированного и проявленного фотографического эмульсионного слоя. Чем меньшим числом выражается величина гранулярности, тем лучше качество кинопленки по этому показателю.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАЩАЕМЫХ КИНОПЛЕНОК

Обращаемые кинопленки первоначально применялись исключительно для любительских целей, как простейший способ получения одного экземпляра позитивного киноизображения для просмотра на экране. В соответствии с этим они имели повышенную контрастность, отвечающую требованиям кинопоказа. Однако значительные преимущества, являющиеся принципиальной особенностью обращаемых пленок и позволяющие получать в аналогичных условиях более высокое качество изображения, привели к расширению области применения этой категории кинопленок. В настоящее время они широко используются в телевидении, научной и документальной кинематографии.

Особенность получения изображения методом обращения в том, что при съемке под воздействием экспозиции на кинопленке, как и при обычном негативном процессе, возникает скрытое негативное фотографическое изображение. Однако в процессе обработки после первого проявления и образования серебряного негативного изображения оно не сохраняется, а удаляется в дальнейших стадиях процесса обработки путем превращения металлического серебра в растворимую соль. Неэкспонированная же и оставшаяся в пленке часть светочувствительной эмульсии

с избытком засвечивается так, чтобы прореагировали все имеющиеся в ней зерна. После этого пленка подвергается второму, цветному или черно-белому, проявлению, в процессе которого восстанавливаются все находившиеся в ней зерна эмульсии, создавая цветное или черно-белое позитивное изображение объекта съемки.

Первое, негативное, изображение было образовано из наиболее светочувствительных, а следовательно, и наиболее крупных зерен эмульсии, которые вымываются при его растворении. Позитивное же, окончательное, изображение создается за счет наиболее малочувствительных и мелких зерен, что обеспечивает улучшение структуры и общего качества получаемого изображения.

Кроме того, возможность увеличения длительности первого проявления без ухудшения качества изображения (образующаяся при этом повышенная плотность вуали полностью удаляется при отбелке) позволяет повысить практическую светочувствительность кинопленки.

В результате обращаемые кинопленки нашли применение не только для непосредственного получения позитива, но и в качестве исходных материалов в производстве ряда видов кинофильмов. Однако повышенная контрастность, полезная для экранного изображения, в этом случае оказывается вредной, так как приводит к уменьшению фотографической широты пленки. Учитывая это, многие фирмы выпускают обращаемые пленки с характеристиками, отвечающими обоим случаям применения, т. е. более и менее контрастные.

Кроме того, специальные обращаемые кинопленки выпускаются для непосредственного изготовления контратипов с негативов и для печати позитивных фильмокопий с обращенных оригинальных позитивов — *уникатов*.

Так как при съемке на обращаемых кинопленках создается изображение, по распределению яркостей подобное объекту съемки, а не обратное ему, как в негативе, то и характеристические кривые таких пленок выглядят несколько иначе.

На рис. X-9 приведены для иллюстрации две характеристические кривые черно-белой обращаемой кинопленки. Черная кривая соответствует промежуточному негативному изображению, образующемуся при первом проявлении и удаляемому во время отбелки. Красная характеристическая кривая АБВГ соответствует окончательному, позитивному, изображению, получаемому в процессе обращения.

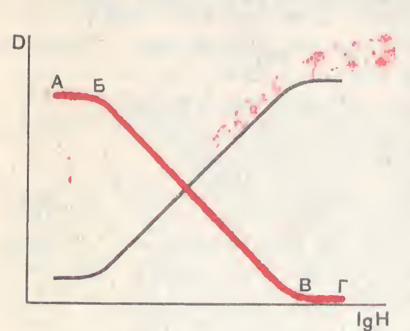


Рис. X-9. Характеристическая кривая обращаемой черно-белой кинопленки

Как и в негативных пленках, на характеристических кривых обращаемых пленок имеются ярко выраженные участки: недодержек *АБ*, пропорциональных экспозиций *БВ* и передержек *ВГ*.

Таким образом, отличительной особенностью обращаемых кинопленок является не прямая, а обратная зависимость образуемых оптических плотностей от величин, вызывающих их экспозиций: чем больше экспозиция, тем меньше результативная плотность, и наоборот.

Важным для качества обращаемых кинопленок являются также значения минимальной $D_{мин}$ и максимальной $D_{макс}$ плотностей, которые могут быть ею образованы. Чем меньше величина $D_{мин}$ и больше до известной степени $D_{макс}$, тем больший интервал яркостей объекта съемки может передать пленка при правильном экспонировании. Чем меньше значение минимальной плотности, тем ярче экранное изображение, если пленка используется для показа.

АССОРТИМЕНТ И РАЗМЕРЫ КИНОПЛЕНОК

Выпускаемый различными фирмами ассортимент черно-белых и цветных кинопленок обеспечивает возможность съемки и тиражирования всех видов и форматов кинофильмов, а также позволяет в каждом случае выбрать и применить наиболее целесообразный процесс производства.

Негативные и обращаемые кинопленки, предназначенные для съемки и получения первичного исходного негативного или обращенного позитивного киноизображения, имеются самой разной светочувствительности и отвечают весьма широкому интервалу встречающихся в практике условий освещения. Диапазон светочувствительности этой категории кинопленок от 10—15 до 400—450, а иногда и до 700 ед. ГОСТ для черно-белых кинопленок и до 150 ед. ГОСТ для цветных. Кроме того, практическая светочувствительность некоторых цветных пленок в отдельных случаях может быть увеличена еще в 1,5—2 раза применением специальных режимов обработки.

Фотографическая широта негативных кинопленок при обработке до рекомендованного значения коэффициента контрастности $\gamma = 0{,}65$ или среднего градиента $\bar{q} = 0{,}62$ бóльшей частью находится в пределах 1,2—2,0. У обращаемых кинопленок с бóльшим коэффициентом контрастности фотографическая широта соответственно несколько меньше.

Разрешающая способность негативных черно-белых и цветных кинопленок, в зависимости от светочувствительности и сорта, колеблется от 70 до 130 и более *лин/мм*. Того же порядка и разрешающая способность обращаемых кинопленок.

В связи с достигнутым за последнее время значительным улучшением качества кинопленок, при сохранении или даже некотором повышении их светочувствительности, оказалось возможным сократить количество выпускаемых сортов. Большинство фирм изготовляет всего два-три вида черно-белых и один-два вида цветных негативных кинопленок. Таков же примерно ассортимент и обращаемых кинопленок для съемки.

Для печати копий цветных и черно-белых фильмов выпускаются позитивные кинопленки, согласованные по своим характеристикам с соответствующими негативными и обращаемыми. При печати с обращенных оригиналов — позитивов-уникатов — используются обращаемые позитивные кинопленки. Печать копий кинофильмов, предназначенных для показа по телевидению, производится на специальных менее контрастных позитивных кинопленках.

При значительных тиражах сохранение исходных негативов или позитивов-уникатов обеспечивается печатью копий с дубль-негативов, получаемых в процессе контратипирования по одному из применяемых способов.

Контратипирование черно-белых и цветных фильмов производится на обычных и обращаемых дубль-негативных и дубль-позитивных кинопленках. Наличие значительного ассортимента пленок с различными свойствами позволяет каждый раз, в зависимости от условий производства, применить наиболее целесообразный и экономичный метод изготовления исходных материалов для печати тиража фильма.

Применение тех или других из выпускаемых кинопленок зависит от характера и назначения снимаемого фильма, имеющихся в распоряжении постановщиков технических средств, условий показа и необходимого тиража.

1. РАЗМЕРЫ КИНОПЛЕНОК

Учитывая многообразие систем кинематографа и практику тиражирования фильмов в различных форматах, кинопленки выпускаются разной ширины.

В профессиональной кинематографии практическое применение находят кинопленки шириной 70, 35 и 16 *мм*. В телевидении наиболее распространены 16-*мм* кинопленки. Пленки шириной 8 *мм* применяются кинолюбителями и используются для печати учебных, мультипликационных, видовых и других фильмов, предназначенных для продажи населению.

Обращаемые 8-*мм* кинопленки для любительской киносъемки большей частью выпускаются в формате 2×8 *мм* общей шириной 16 *мм*. Такой пленкой удобнее пользоваться; после съемки и обработки она разрезается вдоль на две части и образуется соответственно два кинопозитива шириной по 8 *мм* для демонстрирования на кинопроекторе. При промышленном тиражировании 8-*мм* фильмокопий применяют специально перфорированную кинопленку шириной 32 или 35 *мм*, разрезаемую после печати и обработки на четыре части для получения четырех фильмокопий формата 8 *мм* или «Супер-8».

Возможность международного обмена кинофильмами и фильмовыми материалами обеспечивается строгим нормированием размеров кинопленок, согласованными между собой стандартами разных стран.

Ниже приведены основные нормируемые размеры наиболее распространенных форматов кинопленок. Для кинопленок, выпускаемых в

СССР, эти размеры взяты по существующим стандартам; для пленок, производимых только иностранными фирмами, размеры и допуски приведены по их данным. Следует отметить, что имеющиеся в отдельных случаях незначительные расхождения размеров или допусков в стандартах и нормативах разных стран не влияют на взаимозаменяемость.

Кинопленки шириной 35 *мм* являются самыми распространенными в профессиональной кинематографии, так как применяются в производстве всех видов обычных и широкоэкранных фильмов. На рис. X-10 приведены основные размеры и допуски для трех видов 35-*мм* кинопленок,



Размер	Номинал, *мм*	Допуск, *мм*
С позитивной перфорацией		
B	35	−0,05
t	4,75	±0,01
m_1	2,00	±0,05
m_2	25,37	±0,05
С негативной перфорацией		
B	35	−0,05
t	4,75	±0,01
m_1	2,00	±0,05
m_2	25,37	±0,05
С синемаскопической перфорацией		
B	35	−0,05
t	4,75	±0,01
m_1	2,18	±0,05
m_2	26,65	±0,05

Рис. X-10. Размеры 35-*мм* кинопленок

отличающихся формой и размером перфораций. *Стандартная*, или так называемая *позитивная перфорация* применяется в СССР для всех видов 35-*мм* негативных, контратипных и позитивных кинопленок. Укороченная *перфорация*, называемая *широкоэкранной*, или *синемаскопической*, используется только на позитивных кинопленках, предназначенных для печати копий широкоэкранных фильмов со стереофонической четырехканальной магнитной фонограммой. *Специальная*, или *негативная, перфорация* в СССР не используется, но пока еще находит применение в странах Западной Европы и Америки для негативных сортов пленок.

Кинопленки шириной 65 и 70 *мм* применяются при производстве и печати широкоформатных кинофильмов. На рис. X-11 приведены их основные размеры.

В связи с сокращением в последние голы производства этого вида фильмов преобладает применение позитивных 70-*мм* кинопленок для печати части тиража 35-*мм* широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением или снятых на универсальный формат кадра на 35-*мм* пленке. Копии этих фильмов на 70-*мм* кинопленке используются



	65 мм	70 мм
	Размеры, мм	
B	64,97	69,95
t	4,75	4,75
m_1	2,98	5,47
m_2	53,44	53,4

Рис. X-11. Размеры 65- и 70-*мм* кинопленок

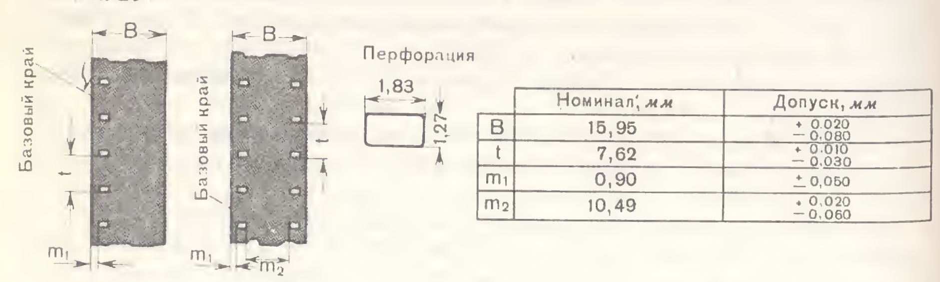
для демонстрирования в крупных кинотеатрах на экранах больших размеров.

В СССР для производства и печати широкоформатных фильмов все кинопленки — негативные, позитивные и пленки для контратипирования — выпускаются только шириной 70 *мм*, что в значительной степени упрощает процесс их изготовления и применения.

Негативные кинопленки шириной 65 *мм* для съемки широкоформатных кинофильмов выпускает фирма «Кодак». Для печати широкоформатных фильмокопий все фирмы изготовляют только пленку шириной 70 *мм*.

Кинопленки шириной 16 *мм* применяются для съемки телевизионных программ и телевизионных фильмов. Они широко используются в научной и учебной кинематографии, а также при разного рода репортажных съемках.

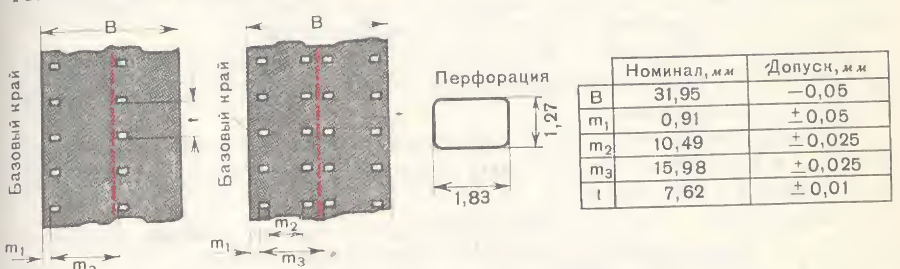
Обращаемые и негативные 16-*мм* кинопленки, предназначенные для киносъемки, выпускаются с односторонним и двусторонним перфорированием. Позитивные пленки для печати фильмокопий изготовляют с односторонним перфорированием для размещения фонограмм фильма. На рис. X-12 приведены основные нормируемые размеры этих кинопленок.



	Номинал, мм	Допуск, мм
B	15,95	+0,020 −0,080
t	7,62	+0,010 −0,030
m_1	0,90	±0,050
m_2	10,49	+0,020 −0,060

Рис. X-12. Размеры 16-*мм* кинопленок

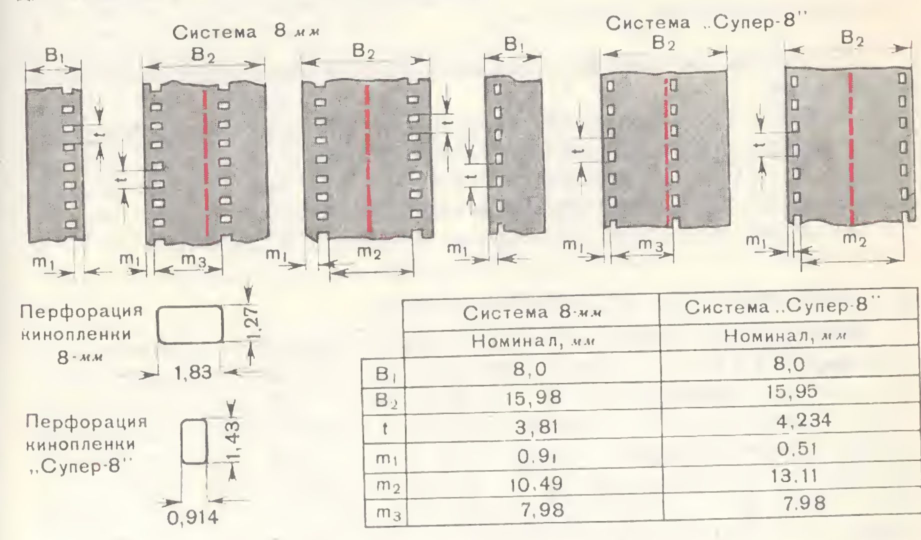
На рис. X-13 указаны размеры специальных 32-*мм* кинопленок, предназначенных для крупнотиражной печати 16-*мм* фильмокопий. В этом случае на одну 32-*мм* пленку контактным или оптическим путем одновременно печатаются две одинаковые копии фильма, разрезаемые только после обработки.



	Номинал, мм	Допуск, мм
B	31,95	−0,05
m_1	0,91	±0,05
m_2	10,49	±0,025
m_3	15,98	±0,025
t	7,62	±0,01

Рис. X-13. Размеры 32-*мм* кинопленок

Кинопленки шириной 8; 2×8 и 4×8 *мм*. Первые два размера кинопленок используются главным образом для любительских киносъемок, а последний — при промышленном тиражировании учебных и других кинофильмов для школ и продажи населению. Все указанные кинопленки выпускаются как по стандарту обычной системы 8-*мм* кинематографа, так и для системы «Супер-8», которая благодаря несколько большей площади кадра отличается соответственно лучшим качеством изображения. На рис. X-14 приведены основные размеры кинопленок для этих систем кинематографа.



	Система 8-мм	Система „Супер-8"
	Номинал, мм	Номинал, мм
B_1	8,0	8,0
B_2	15,98	15,95
t	3,81	4,234
m_1	0.91	0.51
m_2	10.49	13.11
m_3	7,98	7.98

Рис. X-14. Размеры 8-*мм* кинопленок

2. РАСФАСОВКА КИНОПЛЕНОК

Кинопленки различного назначения выпускаются в рулонах разной длины в соответствии с технологическими особенностями их применения при съемке, производстве и тиражировании фильмов. Светонепроницаемая и герметизированная упаковка обеспечивает длительную сохранность кинопленок и удобство их использования.

Действующие у нас в настоящее время технические условия предусматривают расфасовку различных сортов кинопленок рулонами соответствующей длины.

Основными размерами рулонов негативных кинопленок являются 300^{+0}_{-120} и 120 ± 60 *м*. Черно-белые негативные кинопленки, кроме того, выпускаются в рулонах 60^{+0}_{-5} *м*.

Кинопленки для контратипирования имеют длину рулонов 300 ± 15 *м*. Исключением является кинопленка шириной 16 *мм*, для которой нормируемая длина рулона составляет 300^{+0}_{-15} *м*.

Позитивные кинопленки всех форматов, кроме 70-*мм*, выпускаются в рулонах 300 ± 15 *м*. Рулоны широкоформатной 70-*мм* кинопленки имеют 375^{+0}_{-30} *м*.

Обращаемые 16- и 35-*мм* кинопленки профессионального назначения выпускаются в рулонах 300^{+0}_{-60}; 120 ± 60 и 30 ± 1 *м*.

КИНОПЛЕНКИ, ВЫПУСКАЕМЫЕ В СССР, И ПРОЦЕССЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ИХ ПРИМЕНЕНИИ

1. ЦВЕТНЫЕ НЕГАТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ

Для съемки цветных фильмов выпускаются следующие негативные кинопленки:

ДС-5М — для съемок при естественном дневном освещении или свете прожекторов с дугами интенсивного горения;

ЛН-7, ЛН-8 — для павильонных съемок при свете ламп накаливания и натурных с корректирующим светофильтром.

Основные показатели этих пленок приведены в табл. X-2.

2. ЦВЕТНЫЕ КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ КОНТРАТИПИРОВАНИЯ

Выпускаемые химико-фотографической промышленностью кинопленки КПМ и КП-6 предназначены для двухступенного процесса цветного контратипирования, т. е. для изготовления промежуточных позитивов с цветных кинонегативов, снятых на маскированных негативных пленках, и последующей печати с них контратипов, предназначенных для тиражирования фильмокопий цветных фильмов всех видов и форматов. Каждая из пленок применяется как для печати промежуточных позитивов, так и для изготовления с них контратипов.

Основные показатели этих пленок приведены в табл. X-3.

Таблица X-2

Цветные кинонегативные пленки

Фотографические свойства	Цветные негативные кинопленки		
	ДС-5М	ЛН-7*	ЛН-8*
Сбалансирована для света с цветовой температурой, К	5500	3200	3200
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	32	65	100
Баланс светочувствительности $Б_ч$, не более	2,0	2,5	2,0
Светочувствительность S для дневного света со светофильтром, ед. ГОСТ	—	40	60
Коэффициент контрастности γ для всех слоев	—	—	0,65±0,05
Коэффициент контрастности γ среднего и нижнего слоев	0,65±0,05	0,65±0,05	—
Коэффициент контрастности γ верхнего слоя	Больше среднего слоя на 0,15±0,05		—
Баланс контрастности $Б_к$ среднего и нижнего слоев, не более	0,10	0,10	—
Общий баланс контрастности $Б_к$, не более	—	—	0,10
Общая фотографическая широта L, не менее	1,05	1,5	1,5
Общая разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	58	63	—
Средний градиент плотности $\bar{q}$ всех слоев	—	—	0,55—0,65
Отношение коэффициента контрастности к среднему градиенту, не более	—	—	1,10
Среднеквадратичная гранулярность, не более:			
за зеленым светофильтром	—	—	2,2
за красным светофильтром	—	—	2,7
Частотно-контрастная характеристика слоя при частоте 30 *лин/мм*, не менее:			
зеленочувствительного	—	—	0,22
красночувствительного	—	—	0,15

* При съемках на пленках ЛН-7 и ЛН-8 с дневным светом применяются корректирующие светофильтры ОС-6 толщиной 2 *мм*, ОРВО К-14 или «Враттен-85» на объективе камеры.

3. ЦВЕТНЫЕ ПОЗИТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ

Все выпускаемые позитивные цветные кинопленки предназначены для массовой и текущей печати копий цветных фильмов различного формата с оригинальных негативов или контратипов. Позитивная кинопленка ЦП-8Р имеет традиционное расположение светочувствительных

Таблица X-3

Кинопленки для цветного контратипирования

Фотографические свойства	Цветные кинопленки для контратипирования	
	КПМ	КП-6
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	0,20	0,10
Баланс светочувствительности $Б_ч$, не более	1,8	2,0
Коэффициент контрастности γ каждого слоя	1,00—1,15	1,00—1,15
Баланс контраста $Б_к$, не более	0,10	0,10
Общая фотографическая широта L, не менее	1,2	—
Фотографическая широта слоев, не менее:		
синечувствительного	—	1,2
зелено-и красночувствительного	—	1,5
Общая разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	73	—
Среднеквадратичная гранулярность, не более:		
за зеленым светофильтром	—	1,3
за красным светофильтром	—	1,6
Частотно-контрастная характеристика слоя при частоте 30 *лин/мм*, не менее:		
зеленочувствительного	—	0,45
красночувствительного	—	0,30

Таблица X-4

Цветные позитивные кинопленки

Фотографические свойства	Цветные позитивные кинопленки	
	ЦП-8Р	ЦП-11
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	0,2—0,75	0,75
Баланс светочувствительности $Б_ч$, не более	1,8	2,0
Коэффициент контрастности γ	2,7—3,3	3,0±0,3
Баланс контраста $Б_к$, не более	0,40	0,40
Средний градиент плотности $\overline{q}$	1,9±0,2	1,9±0,2
Баланс по градиенту, не более	0,30	0,30
Оптическая плотность вуали D_0 для каждого слоя, не более	0,20	1,15
Максимальная плотность на прямолинейном участке характеристической кривой	2,8	3,0
Разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	78	—
Среднеквадратичная гранулярность, не более:		
за зеленым светофильтром	—	1,0
за красным светофильтром	—	1,3
Частотно-контрастная характеристика слоя при частоте 30 *лин/мм*, не менее:		
зеленочувствительного	—	0,75
красночувствительного	—	0,4

эмульсионных слоев: верхний, считая с эмульсионной стороны, — синечувствительный, средний — зеленочувствительный и нижний — красночувствительный. Кинопленка ЦП-11 имеет так называемое *перемещенное расположение слоев*; верхний — зеленочувствительный, средний — красночувствительный и нижний — синечувствительный, что позволяет существенно повысить ее разрешающую способность и резкость изображения. Основные показатели этих пленок приведены в табл. X-4.

Для печати фильмокопий широкоэкранных фильмов со стереофонической четырехканальной магнитной фонограммой цветные позитивные кинопленки могут выпускаться со специальной широкоэкранной перфорацией и магнитными дорожками.

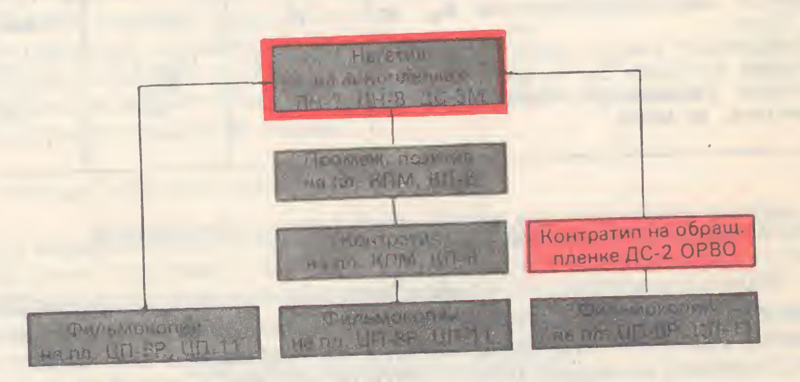


Рис. X-15. Схема производства цветных кинофильмов по негативно-позитивному процессу

На рис. X-15 приведена схема возможных вариантов применения кинопленок в процессе производства цветных фильмов, включая контратипирование и массовую печать копий. При одноступенном контратипировании используется обращаемая кинопленка для цветного контратипирования ДС-2 фирмы ОРВО (ГДР).

4. ОБРАЩАЕМЫЕ ЦВЕТНЫЕ КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ СЪЕМОК

Группа 16-*мм* цветных обращаемых кинопленок предназначена для репортажных и других киносъемок в телевидении. Кинопленки, имеющие шифр с добавлением буквы Л, сбалансированы для искусственного освещения лампами накаливания с цветовой температурой 3200 К и для съемок при естественном дневном освещении могут использоваться с корректирующими светофильтрами типа ОС-6, ОРВО К-14, «Враттен-85» или другими аналогичными на объективе камеры.

Основные показатели кинопленок этого вида профессионального назначения приведены в табл. X-5.

Таблица X-5

Цветные обращаемые кинопленки

Фотографические свойства	Цветные обращаемые кинопленки для съемки		
	ЦО-Т-90 Л	ЦО-Т-180 Л	ЦО-Т-22 Д
Сбалансирована для света с цветовой температурой К	3200	3200	5500
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	90	180	22
Баланс светочувствительности $Б_ч$, не более	1,6	2,0	1,5
Коэффициент контрастности γ	1,4—1,7	1,4—1,6	1,4—1,7
Баланс контраста $Б_к$, не более	0,3	0,2	0,3
Общая разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	59	58	68

5. ЦВЕТНЫЕ КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ ПЕЧАТИ КОНТРАТИПОВ И ФИЛЬМОКОПИЙ С ОБРАЩЕННЫХ ПОЗИТИВОВ-УНИКАТОВ

Наличие в ассортименте для обращаемых процессов пленки ЦПН-1 для печати цветных контратипов с позитивов-уникатов и обращаемой пленки ЦО-6 для непосредственного изготовления с них позитивных фильмокопий позволяет осуществить достаточно простой процесс подготовки кинотелевизионных цветных программ по схеме рис. X-16. При малом количестве необходимых копий применяется печать на обращаемую пленку ЦО-6, а при большом — изготовление контратипов на пленке ЦПН-1.

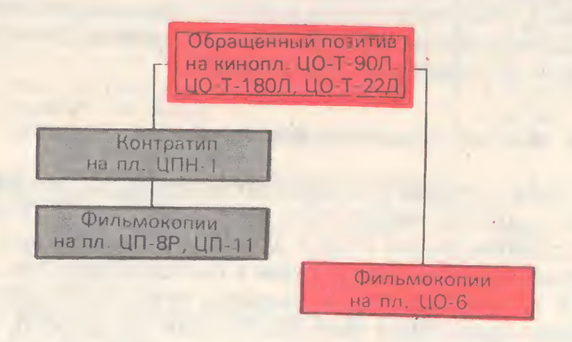


Рис. X-16. Схема процесса подготовки кинотелевизионных программ на обращаемых цветных кинопленках

Кинопленка ЦПН-1 предназначена для печати цветных контратипов непосредственно с обращенных кинопозитивов. В отдельных случаях ее используют и для изготовления контратипов с обычных или промежуточных кинопозитивов.

Светочувствительность $S=0{,}2$ ед. ГОСТ.

Коэффициент контрастности $\gamma=0{,}55$.

Разрешающая способность R не менее 85 *лин/мм*.

Выпускается шириной 16 и 35 *мм*.

Кинопленка ЦО-6 — обращаемая, предназначена для непосредственного изготовления цветных фильмокопий с позитивов-уникатов, полученных при съемке на обращаемых кинопленках. Значительная задубленность допускает применение для обработки ускоренных процессов с повышением температуры растворов.

Светочувствительность $S=0{,}3-0{,}5$ ед. ГОСТ.

Коэффициент контрастности $\gamma=1{,}0-1{,}1$.

Разрешающая способность $R=80-85$ *лин/мм*.

Выпускается шириной 16 *мм*.

6. ЧЕРНО-БЕЛЫЕ НЕГАТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ

Для киносъемок в различных световых условиях в павильонах киностудий и на натуре уже в течение ряда лет выпускается несколько типов черно-белых негативных кинопленок (табл. X-6).

Таблица X-6

Черно-белые негативные кинопленки

Фотографические свойства	Черно-белые негативные кинопленки			
	КН-1	КН-2	КН-3	В
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	11	32	90	130
Коэффициент контрастности γ	0,65	0,65	0,65	0,75
Разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	135	100	78	65
Плотность вуали D_0, не более	0,1	0,12	0,15	0,18
Предел сенсибилизации λ, *нм*	650	650	650	650

КН-1 — негативная кинопленка малой светочувствительности, предназначена для некоторых видов комбинированных и других специальных видов киносъемок, когда необходима особая мелкозернистость изображения.

КН-2 — негативная кинопленка средней светочувствительности для съемок на натуре при благоприятных условиях освещения.

КН-3 — негативная кинопленка высокой светочувствительности для съемок в павильоне и на натуре при ограниченной освещенности. Применяется также при хроникальных киносъемках.

В — негативная кинопленка высокой чувствительности для хроникальных киносъемок при ограниченных уровнях освещенности в помещениях и на натуре.

Перечисленные в табл. X-6 кинопленки вскоре будут заменены на вновь разработанный комплект того же назначения, состоящий из четырех негативных кинопленок различной чувствительности (табл. X-7), которые будут отличаться повышенной резкостью изображения и более мелким зерном.

Таблица X-7

Новый комплект черно-белых негативных кинопленок

Фотографические свойства	Черно-белые негативные пленки			
	НК-1	НК-2	НК-3	НК-4
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	22	65	180	350
Коэффициент контрастности $\gamma_{рек}$, при котором проводится определение фотографических показателей	0,65	0,65	0,65	0,65
Средний градиент плотности $\bar{g}$	0,60—0,62	0,57—0,65	0,57—0,65	0,57—0,65
Разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	120	110	90	75
Среднеквадратичная гранулярность, не более	2,9	3,3	4,8	8,0
Частотно-контрастная характеристика при частоте 30 *лин/мм*, не менее	0,73	0,70	0,60	0,55
Плотность вуали D_0, не более	0,06	0,08	0,10	0,18
Предел сенсибилизации λ, *нм*	660—670	660—670	660—670	660—670

7. ЧЕРНО-БЕЛЫЕ КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ КОНТРАТИПИРОВАНИЯ

Процесс контратипирования при производстве черно-белых кинофильмов заключается в изготовлении с исходного негатива изображения промежуточного позитива и последующей печати с него контратипа, используемого для тиражирования фильмокопий. Так как в

отдельных случаях по различным причинам часть тиража цветных фильмов выпускается в черно-белом варианте, то для изготовления черно-белых промежуточных позитивов с цветных негативов используют панхроматическую пленку, что позволяет более правильно передать яркостную градацию изображения.

Дубль-позитивная кинопленка А-2 служит для изготовления черно-белых промежуточных позитивов с черно-белых и цветных негативов, имеет противоореольную подкраску основы.

Светочувствительность $S = 1{,}5—3{,}0$ ед. ГОСТ.
Коэффициент контрастности $\gamma = 1{,}4$.
Фотографическая широта L, не менее 1,05.
Разрешающая способность R, не менее 215 *лин/мм*.
Предел сенсибилизации $\lambda = 560—580$ *нм*.
Выпускается шириной 35 *мм*.

Дубль-негативная кинопленка А-2 применяется для изготовления контратипов с промежуточных позитивов, имеет противоореольную подкраску основы.

Светочувствительность $S = 0{,}6—1{,}0$ ед. ГОСТ.
Коэффициент контрастности $\gamma = 0{,}65$.
Фотографическая широта L не менее 1,8.
Разрешающая способность R не менее 180 *лин/мм*.
Предел сенсибилизации $\lambda = 600$ *нм*.
Выпускается шириной 35; 32 (2×16); 32 (4×8) и 16 *мм*.

8. ЧЕРНО-БЕЛАЯ ПОЗИТИВНАЯ КИНОПЛЕНКА МЗ-3

Предназначена для массовой и текущей печати копий черно-белых кинофильмов. Отличается хорошей резкостью и мелкозернистостью изображения, обеспечивает получение нейтрального тона.

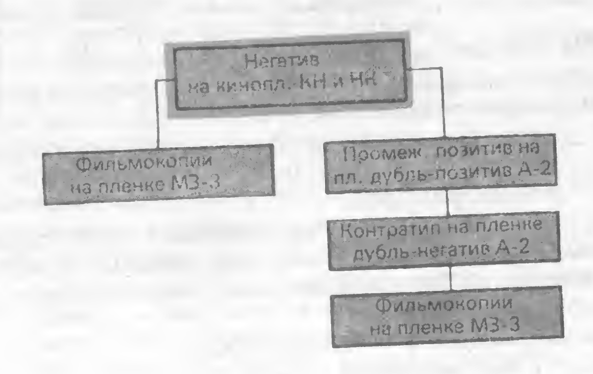


Рис. X-17. Схема производства черно-белых кинофильмов по негативно-позитивному процессу

Светочувствительность $S=2,8—5,5$ ед. ГОСТ.
Коэффициент контрастности $\gamma=2,6$.
Разрешающая способность R не менее 108 *лин/мм*.
Выпускается шириной 35; 32 (2×16); 32 (4×8); 35 (4×8 С) и 70 *мм*.

Для печати фильмокопий широкоэкранных фильмов со стереофонической четырехканальной магнитной фонограммой выпускается позитивная кинопленка МЗ-3М со специальной широкоэкранной перфорацией и четырьмя магнитными дорожками для записи фонограмм. Фотографические свойства пленки МЗ-3М полностью аналогичны МЗ-3.

На рис. X-17 приведена схема использования кинопленок в процессе производства черно-белых кинофильмов, включая текущую и массовую печать копий.

9. ЧЕРНО-БЕЛЫЕ ОБРАЩАЕМЫЕ КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ СЪЕМОК

Для репортажных киносъемок в телевидении выпускается несколько типов 16-*мм* обращаемых кинопленок, отвечающих различным уровням и условиям освещения. Все эти пленки имеют панхроматический характер сенсибилизации и одинаково пригодны для съемок при естественном и искусственном освещении.

Основные показатели этих пленок приведены в табл. X-8.

Таблица X-8

Фотографические показатели черно-белых обращаемых кинопленок

Фотографические свойства	Черно-белые обращаемые кинопленки для съемки		
	ОЧТ-45	ОЧТ-180	ОЧТ-В
Светочувствительность S, ед. ГОСТ, не менее	45	180	350
Коэффициент контрастности γ	1,2—1,6	1,2—1,5	1,1—1,4
Разрешающая способность R, *лин/мм*, не менее	92	73	73

Для печати фильмокопий непосредственно с черно-белых обращенных позитивов-уникатов выпускается специальная обращаемая позитивная кинопленка ОЧТ-Н шириной 16 *мм*. Она имеет следующие фотографические свойства:

Светочувствительность $S=0,8$ ед. ГОСТ.
Коэффициент контрастности $\gamma=1,0—1,2$.
Фотографическая широта $L=1,05$.
Разрешающая способность $R=85$ *лин/мм*.
Предел сенсибилизации $\lambda=520—560$ *нм*.

КИНОПЛЕНКИ ИНОСТРАННЫХ ФИРМ

Много фирм в разных странах выпускают кинопленки для кинематографии и телевидения. Широкий ассортимент их продукции удовлетворяет потребности производства всех видов фильмов. Ряд типов пленок различных фирм имеют близкие фотографические свойства. Ниже приведены краткие сведения только по кинопленкам фирм ОРВО (ГДР) и «Кодак» (США), предназначенным непосредственно для съемочного процесса, которые частично находят применение в отечественном фильмопроизводстве, телевидении и при репортажах*.

Кинопленки контратипные и позитивные, выпускаемые этими фирмами, подробно не рассматриваются и указаны только в общих технологических схемах производства фильмов.

1. КИНОПЛЕНКИ ФИРМЫ ОРВО (ГДР) И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ФИЛЬМОВ

НЕГАТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ

Цветная негативная кинопленка «Орвоколор NC-3» («Orwocolor Negativ-Film NC-3») — универсальная маскированная кинопленка, сбалансирована для искусственного света с цветовой температурой 3200 К. Для съемок на натуре при естественном освещении применяется с цветным корректирующим светофильтром типа ОРВО К-14 на объективе камеры.

Светочувствительность при искусственном свете S-19 DIN, или около 60 ед. ГОСТ, при дневном освещении с указанным светофильтром —17 DIN, или около 38 ед. ГОСТ.

Рекомендуемый коэффициент контрастности по зеленочувствительному слою $\gamma=0,55$ или средний градиент плотности $\overline{q}=0,62$.

Разрешающая способность $R=85$ *лин/мм*.

Пленка выпускается шириной 70; 35 и 16 *мм*.

На рис. X-18 приведена схема производства цветных кинофильмов по негативно-позитивному процессу на пленках фирмы ОРВО.

В процессе используются кроме негативной пленки NC-3 пленка DC-6 для двухступенного контратипирования или пленка DC-2 обращаемая для непосредственного получения цветного контратипа с негатива и позитивные кинопленки PC-7 с традиционным и PC-9 с измененным расположением светочувствительных слоев.

Черно-белая негативная кинопленка ОРВО NP-55 («Orwo Negativ-Film NP-55») — мелкозернистая панхроматическая кинопленка, предназначена для съемок в павильоне и на натуре. Отличается хорошей резкостью изображения и высокой противоореольностью.

Светочувствительность $S=20$ DIN, или 65 ед. ГОСТ.

Коэффициент контрастности $\gamma=0,65$.

* Показатели отдельных сортов кинопленок иностранных фирм приведены в объеме, сообщаемом этими фирмами в своих проспектах.

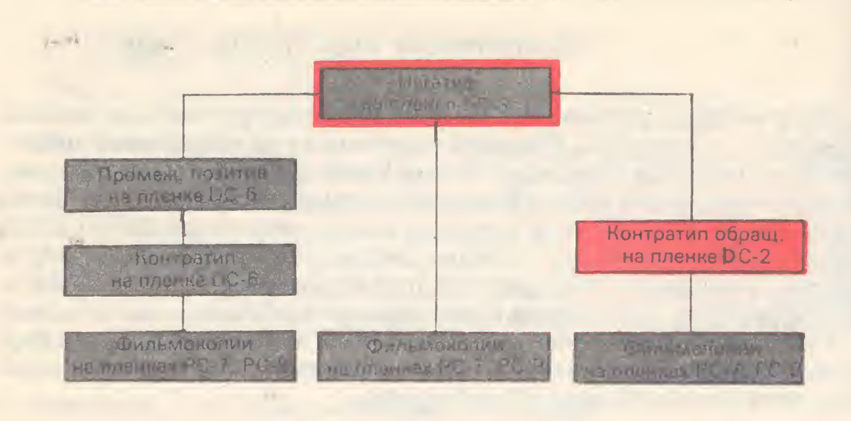


Рис. X-18. Схема производства цветных фильмов по негативно-позитивному процессу на кинопленках фирмы ОРВО (ГДР)

Фотографическая широта L не менее 2,0.
Выпускается шириной 35 и 16 *мм*.

Черно-белая негативная кинопленка ОРВО NP-7 («**Orwo Negativ-Film NP-7**») — высокочувствительная панхроматическая кинопленка, предназначена для съемок при неблагоприятных условиях освещения.
Светочувствительность $S=27$ DIN, или около 350 ед. ГОСТ.
Коэффициент контрастности $\gamma=0{,}65$.
Фотографическая широта L не менее 2,0.
Выпускается шириной 35 и 16 *мм*.

На рис. X-19 приведена схема производства черно-белых фильмов по негативно-позитивному процессу на кинопленках фирмы ОРВО.

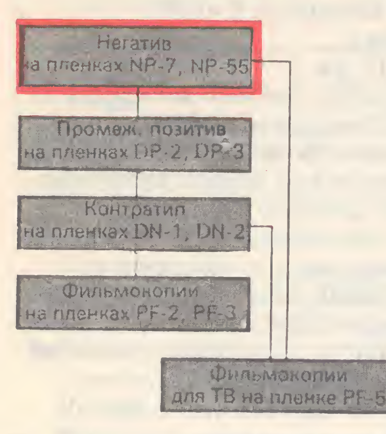


Рис. X-19. Схема производства черно-белых фильмов по негативно-позитивному процессу на пленках фирмы ОРВО (ГДР)

В процессе кроме негативных кинопленок NP-55 и NP-7 используются кинопленки DP-2 и DP-3 для печати промежуточных позитивов и DN-1 и DN-2 для изготовления контратипов. Печать фильмокопий для кинопоказа осуществляется на пленках PF-2 и PF-3, а для телевидения — на пленке PF-5 с пониженным контрастом.

КОМПЛЕКТ ЧЕРНО-БЕЛЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Фирма ОРВО выпускает группу черно-белых кинопленок для съемки и подготовки кинотелевизионных программ. Эти пленки **шириной 16 *мм*** и при желании могут быть снабжены магнитными дорожками для записи фонограммы.

Черно-белая универсальная кинопленка UP-32 (« **Fernseh Universal Film UP-32**») — универсальная панхроматическая кинопленка, которая может использоваться как негативная или обращаемая. Предназначена для съемок при дневном и искусственном освещении. Имеет светочувствительность $S=21$ DIN, или около 90 ед. ГОСТ. Для полного использования светочувствительности рекомендуется обрабатывать, как негативную до значения коэффициента контрастности $\gamma=1{,}0$.

Черно-белая универсальная кинопленка ОРВО UP-52 («**Fernseh Universal-Film UP-52**») — панхроматическая кинопленка для съемок при неблагоприятных условиях естественного или искусственного освещения. Может применяться как негативная или обращаемая. Светочувствительность $S=27$ DIN, или 350 ед. ГОСТ. При использовании в качестве негативной обрабатывается до значения коэффициента контрастности $\gamma=1{,}0$.

Кинопленка ОРВО US-11 («**Fernseh Spezialfilm fur Bild Schirm Aufnahmen US-11**») предназначена специально для съемки с экрана кинескопа. Может обрабатываться, как негативная или обращаемая. Спектральная чувствительность отвечает зоне свечения люминофора телевизионной трубки и лежит в диапазоне от 400 до 500 *нм*. Светочувствительность $S=11$ DIN, или около 11 ед. ГОСТ. Выпускается шириной 16 *мм*.

Кинопленка ОРВО UX-1 («**Umkehr-Kopierfilm UX-1**») предназначена для печати позитивных копий с негативов, полученных при съемке на универсальных кинопленках UP-32 и UP-52 и обработанных до $\gamma=1{,}0$. Может также применяться и обрабатываться как обращаемая для получения фильмокопий с обращенных позитивов-уникатов. Обычно применяется с универсальными кинопленками для съемки и обрабатывается по процессу, соответствующему полученным при съемке позитивным или негативным изображениям. Пленка не сенсибилизирована и весьма мелкозерниста. При печати с негативов на пленках UP-32 и UP-52, обработанных по негативному процессу, проявляется до значения коэффициента контрастности $\gamma=1{,}0$. Выпускается шириной 16 *мм* с двусторонним перфорированием, рулонами по 300 *м*.

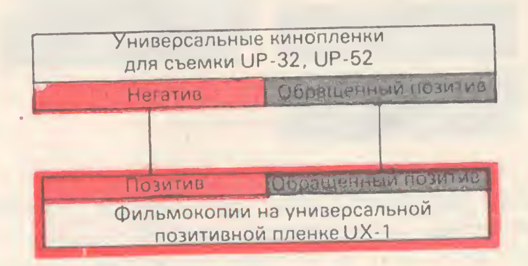


Рис. X-20. Схема процесса съемки телевизионных программ с использованием универсальных черно-белых кинопленок для съемки и печати копий

На рис. Х-20 приведена схема использования специального комплекта универсальных 16-*мм* черно-белых кинопленок ОРВО для подготовки телевизионных программ.

2. КИНОПЛЕНКИ ФИРМЫ «КОДАК» (США) И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ФИЛЬМОВ

ЦВЕТНЫЕ НЕГАТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ ШИРИНОЙ 35 И 16 *мм*

Фирма «Кодак» выпускает **два типа цветных негативных** универсальных кинопленок с одинаковыми фотографическими свойствами, предназначенных для съемок при искусственном и естественном освещении.

Цветная негативная кинопленка «Истменколор» тип 5254 и 7254* («**Eastman Color negativ film**») рассчитана на традиционный режим обработки.

Цветная негативная кинопленка «Истменколор» тип 5247 и 7247 («**Eastman Color negative II film**») предназначена для ускоренного процесса обработки при повышенной температуре с применением химических веществ, дающих менее вредные для окружающей среды отходы.

Оба типа пленок сбалансированы для света с цветовой температурой 3200 К. При естественном дневном освещении используются с корректирующим светофильтром «Враттен-85» на объективе камеры. Светочувствительность при искусственном свете S = 100 ASA, или около 90 ед. ГОСТ, при естественном — со светофильтром — 64 ASA, или около 60 ед. ГОСТ. Обрабатываются пленки до значения коэффициента контрастности γ=0,6.

На рис. Х-21 приведена схема производства цветных фильмов по

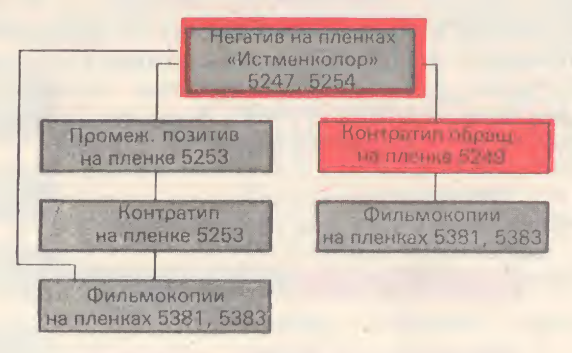


Рис. Х-21. Схема производства цветных фильмов по негативно-позитивному процессу на кинопленках «Истмен Колор» фирмы «Кодак» (США)

* Все типы кинопленок фирмы «Кодак» обозначаются четырехзначными номерами, в которых первая цифра определяет ширину пленки: с цифры 5 начинаются обозначения 35-*мм*, а с цифры 7—16-*мм* кинопленок. Шифры одинаковых пленок, отличающихся только шириной, разнятся только первой цифрой.

негативно-позитивному процессу на кинопленках фирмы «Кодак» тип 5254 и 5247, в котором кинопленка тип 5253 («Eastman Color Intermediate») используется для печати промежуточных позитивов и негативов при **двухступенном процессе контратипирования. Обращаемая** кинопленка тип 5249 («Eastman Color Reversal Intermediate») применяется для печати контратипа непосредственно с негатива, а позитивные кинопленки тип 5381 и 5383 («Eastman Color Print») — для печати фильмокопий.

ЦВЕТНЫЕ ОБРАЩАЕМЫЕ КИНОПЛЕНКИ ШИРИНОЙ 16 ММ

Цветная обращаемая кинопленка «Кодак Эктахром EF» тип 7241 («**Kodak Ektachrome EF film**») — высокочувствительная кинопленка для съемки при дневном свете. Светочувствительность S = 160 ASA, или около 150 ед. ГОСТ. Обрабатывается до значения коэффициента контрастности γ = 1,5, что позволяет использовать полученное изображение как исходное для контратипирования, так и для показа.

Кинопленка «Кодак эктахром EF» тип 7242 («**Kodak Ektachrome EF film**») — цветная обращаемая кинопленка, сбалансирована для съемок при искусственном освещении с цветовой температурой 3200 К. Светочувствительность при искусственном свете S = 125 ASA, или около 115 ед. ГОСТ, при дневном свете светочувствительность с применением корректирующего светофильтра «Враттен-85» — 80 ASA, или около 75 ед. ГОСТ. Коэффициент контрастности γ = 1,5.

На рис. Х-22 приведена схема производства цветных фильмов по процессу **«Кодак Эктахром» с обращением на кинопленках** шириной

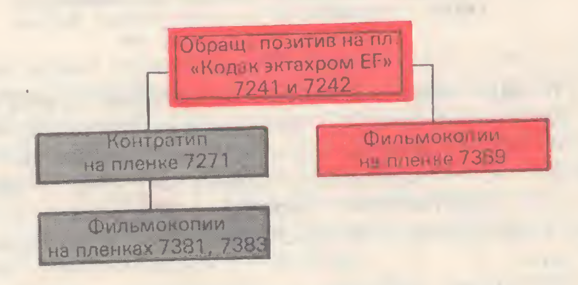


Рис. Х-22. Схема производства цветных фильмов по процессу «Кодак Эктахром» с обращением на кинопленках шириной 16 *мм*

16 *мм*, в котором кроме обращаемых кинопленок для съемки тип 7241 и 7242 применяются: пленка тип 7271 («Eastman Color Internegative Film») — для непосредственного изготовления контратипа с позитива-униката, позитивные пленки тип 7381 и 7383 («Eastman Color Print Film») — для печати копий с контратипа и позитивная обращаемая кинопленка тип 7389 («Eastman Ektachrome R Print Film») — для получения копий с позитива-униката.

Кинопленка «Истмен Эктахром коммерческий» тип 7252 («Eastman Ektachrome commercial film») — цветная обращаемая кинопленка для съемки при искусственном освещении с цветовой температурой 3200 К. Светочувствительность $S=25$ ASA, или около 22 ед. ГОСТ. При дневном свете может использоваться с корректирующим светофильтром «Враттен-85» на объективе камеры. При этом светочувствительность составляет 16 ASA, или около 15 ед. ГОСТ. Обрабатывается до значения коэффициента контрастности $\gamma=1{,}0$. Получаемое изображение отличается особой мелкозернистостью и четкостью при хорошей цветопередаче, что позволяет успешно использовать его в качестве исходного при производстве фильмов.

На рис. X-23 приведена схема производства цветных фильмов по процессу **«Истмен Эктахром коммерческий»** с обращением на кинопленках фирмы «Кодак» шириной 16 *мм*, в котором кроме обращаемой кинопленки для съемки тип 7252 применяется для контратипирования кинопленка тип 7271 («Eastman Color Internegative Film»), а для печати копий с контратипа — позитивные пленки тип 7381 и 7383 («Eastman Color Print Film»). Для непосредственной печати копий с позитива-уника используется обращаемая кинопленка тип 7387 («Eastman Reversal Color Print Film»).

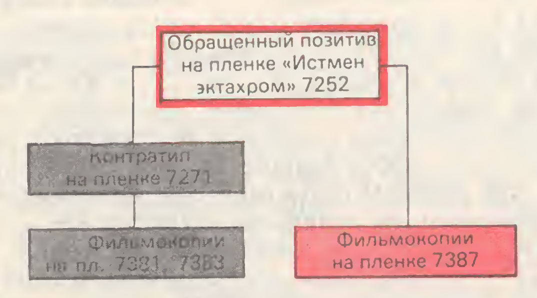


Рис. X-23. Схема производства цветных фильмов по процессу «Истмен Эктахром коммерческий» с обращением на кинопленках фирмы «Кодак» шириной 16 *мм*

ЧЕРНО-БЕЛЫЕ НЕГАТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ

Негативная кинопленка «Истмен плюс-X» тип 5231 и 7231 («Eastman Plus-X negative film»). Светочувствительность для дневного света S = 80 ASA, или около 75 ед. ГОСТ, для искусственного — 64 ASA, или около 60 ед. ГОСТ.

Негативная кинопленка «Истмен дубль-X» тип 5222 и 7222 («Eastman Double-X negative film»). Светочувствительность для дневного света =250 ASA, или около 220 ед. ГОСТ, для искусственного — 200 ASA, или около 180 ед. ГОСТ.

Негативная кинопленка «Истмен 4-X» тип 5224 и 7224 («Eastman 4-X negative film»). Светочувствительность для дневного света $S=500$ ASA, или около 430 ед. ГОСТ, для искусственного — 400 ASA, или около 350 ед. ГОСТ.

На рис. X-24 приведена схема производства черно-белых фильмов по негативно-позитивному процессу на кинопленках фирмы «Кодак» шириной 35 *мм*.

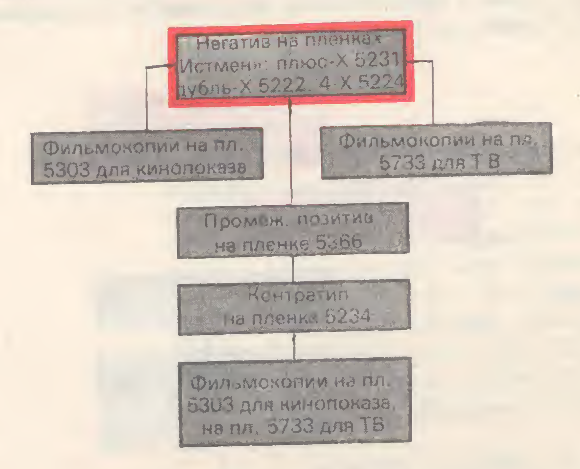


Рис. X-24. Схема производства черно-белых фильмов по негативно-позитивному процессу на кинопленках фирмы «Кодак» шириной 35 *мм*

В процессе кроме указанных негативных кинопленок применяются: кинопленка тип 5366 («Eastman Fine Grain Duplicating Positive film») — для изготовления промежуточных позитивов и тип 5234 («Eastman Fine Grain Duplicating Negative film») — для печати контратипов. Фильмокопии для показа в кинотеатрах печатаются на кинопленке тип 5303 («Eastman Fine Grain Relase Positive film»); для телевидения копии печатаются на специальной позитивной пленке тип 5733 («Eastman Positive TV Grain Fin») с пониженным контрастом.

Все кинопленки, участвующие в процессе, выпускаются также и шириной 16 *мм*.

ЧЕРНО-БЕЛЫЕ ОБРАЩАЕМЫЕ КИНОПЛЕНКИ ШИРИНОЙ 16 ММ ДЛЯ СЪЕМКИ

Обращаемая кинопленка «Кодак плюс-X» тип 7726 для телевидения («Kodak Plus-X TV reversal film»). Светочувствительность для дневного света $S=$ 50 ASA, или около 45 ед. ГОСТ, для искусственного — 40 ASA, или около 35 ед. ГОСТ.

Обращаемая кинопленка «Кодак три-X» тип 7727 для телевидения («Kodak Tri-X TV reversal film»). Светочувствительность для дневного

света $S=200$ ASA, или около 180 ед. ГОСТ, для искусственного — 160 ASA, или около 150 ед. ГОСТ.

Обращаемая кинопленка «Кодак 4-Х» тип 7277 для телевидения («Kodak 4-X reversal film»). Светочувствительность для дневного света $S=400$ ASA, или около 350 ед. ГОСТ, для искусственного — 320 ASA, или около 270 ед. ГОСТ.

На рис. X-25 приведена схема производства черно-белых телевизионных программ с применением для съемки обращаемых кинопленок фирмы «Кодак» шириной 16 *мм*.

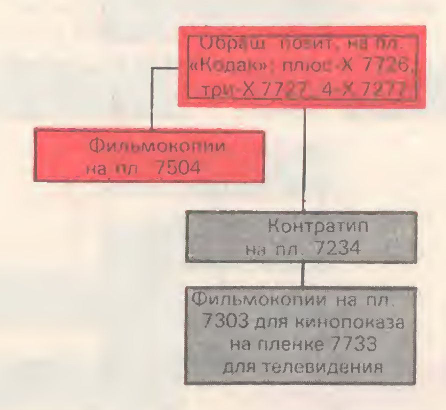


Рис. X-25. Схема производства черно-белых телевизионных программ с применением для съемок обращаемых кинопленок фирмы «Кодак» шириной 16 *мм*

В процессе кроме указанных обращаемых кинопленок для съемки используются: кинопленка тип 7234 («Eastman Fine Grain Duplicating Negative film») — для печати контратипов и позитивные кинопленки тип 7303 («Eastman Fine Grain Positive film») — для копий, идущих в кинотеатры, и тип 7733 («Eastman Positive TV Grain Fin») с пониженным контрастом — для телевидения. На обращаемой позитивной кинопленке тип 7504 («Eastman Reversal Duplicating film») можно изготовлять копии непосредственно с позитивов-уникатов.

РАЗДЕЛ XI

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кинофильмы, снятые по различным кинематографическим системам, не могут показываться во всех кинотеатрах, так как последние по экономическим соображениям обычно не имеют оборудования для демонстрирования фильмов всех форматов. Это приводит к необходимости в ряде случаев трансформировать киноизображение из системы, по которой оно было снято, в другие системы для удовлетворения самых разнообразных потребностей кинопроката.

Наиболее часто встречается практическая необходимость в трансформации изображения широкоэкранных систем кинематографа в обычную и широкоформатных — в широкоэкранную и обычную. Реже применяется обратный процесс преобразования широкоэкранного изображения в широкоформатное. Такая трансформация осуществляется только для печати широкоформатных фильмокопий широкоэкранных фильмов, снятых по системе с анаморфированием изображения на 35-*мм* кинопленке и предназначенных для демонстрирования в крупных кинотеатрах на экраны больших размеров, так как оптико-осветительные системы кинопроекторов с современными источниками света не позволяют получить большой световой поток при малых размерах кадра в фильмокопии.

Трансформация изображения обычной системы в широкоэкранную или широкоформатную для целых фильмов, как правило, не производится, так как в этом нет надобности. Такая печать осуществляется только примени-

тельно к отдельным документальным или другим историческим кадрам для их использования в широкоэкранных или широкоформатных кинофильмах.

Основным затруднением при любой трансформации кинематографического изображения является различие в соотношении сторон кадров в разных системах кинематографа, что вызывает неизбежную потерю части площади первоначального изображения и нарушение задуманной оператором композиции. Потеря площади изображения и нарушение композиции тем больше, чем значительнее различие соотношения сторон кадра трансформируемых систем.

При переходе от одной системы к другой из общей площади изображения первой системы тем или другим путем выпечатывается, т. е. полезно используется, только участок с соотношением сторон, соответствующим системе, в которую трансформируется исходное кинематографическое изображение. Если производится переход от изображения с бóльшим соотношением сторон к изображению с меньшим, то обычно полностью сохраняется первичное изображение по высоте кадра, а ограничение до нужного соотношения сторон производится за счет уменьшения поля изображения с боков.

В случаях перехода от систем с кадром, имеющим меньшее соотношение сторон, к системам с бóльшим соотношением ограничение поля первичного изображения достигается ограничением сверху и снизу. Абсолютные размеры кадров трансформируемых систем в этом случае не имеют принципиального значения и их соотношение определяет только необходимую величину коэффициента увеличения при выкопировке. Однако абсолютные размеры кадра конечно очень сильно влияют на информационную емкость изображения и, следовательно, на его качество.

Трансформация изображения будет рассмотрена применительно к наиболее распространенным в СССР кинематографическим системам, какими являются:

обычная система с соотношением сторон кадра 1,37:1 на 35-*мм* кинопленке;

широкоэкранная с вертикальным кадром и анаморфированным изображением на 35-*мм* кинопленке при соотношении сторон экранного изображения 2,35:1;

широкоформатная на 70-*мм* кинопленке с соотношением сторон изображения 2,28:1;

узкопленочная на 16-*мм* кинопленке с соотношением сторон 1,35:1.

Кроме того, ограниченное применение находит система широкоэкранного кинематографа на 35-*мм* кинопленке со скрытым кашетированием для соотношения сторон изображения 1,85:1. В этой системе размеры и расположение кадра на пленке полностью соответствуют таковым в обычной системе и только компановка основной сюжетно важной части изображения при съемке осуществляется в пределах поля, отвечающего указанному соотношению сторон (см. раздел I «Системы кинематографа»).

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ШИРОКОЭКРАННОЙ СИСТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

Широкоэкранная система кинематографа с анаморфированным изображением на 35-*мм* кинопленке широко применяется для производства художественных и других видов кинофильмов. Картины, снятые по этой системе, трансформируют для получения фильмокопий обычной системы кинематографа на 35-*мм* кинопленке и узкопленочных 16-*мм*, а также для печати широкоформатных фильмокопий на 70-*мм* пленке, предназначенных для показа в крупных кинотеатрах.

1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ОБЫЧНУЮ 35-ММ СИСТЕМУ

Большая разница в соотношении сторон изображения обычной системы и широкоэкранной с учетом анаморфирования приводит к использованию при выкопировке только 58% площади первоначального изображения широкоэкранного кадра и, следовательно, к весьма существенному нарушению первоначальной композиции. Кроме того, во многих случаях сюжетно важные элементы изображения могут находиться не в центральной части кадра, а на его периферии, и поэтому выбор выкопируемого участка должен производиться каждый раз с учетом его содержания. Для этого в оборудовании выкопировки предусматривается возможность как мгновенного, так и плавного перемещения по всему широкоэкранному кадру выкопируемого участка изображения, т. е. панорамирование по кадру, что существенно расширяет изобразительные возможности метода выкопировки.

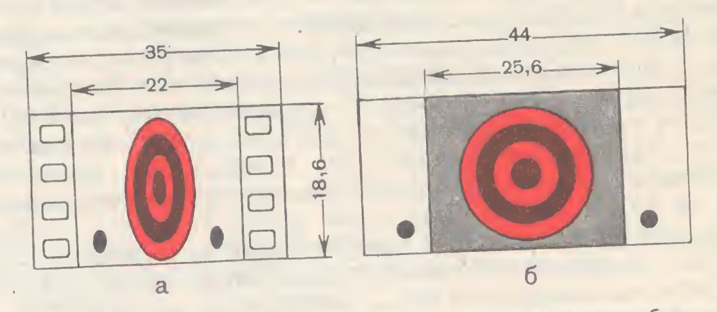


Рис. XI-1. Широкоэкранный кадр с анаморфированным изображением *(а)*, его дезанаморфирование *(б)*

На рис. XI-1 показаны: *а* — широкоэкранный кадр с анаморфированным изображением (коэффициент анаморфирования 0,5); *б* — дезанаморфированное изображение широкоэкранного кадра. Закрашенная зона соответствует выкопируемому участку изображения, который может перемещаться в горизонтальном направлении по всему полю широкоэкранного кадра.

Техническое выполнение выкопировки обычного варианта широкоэкранного фильма можно производить несколькими способами.

Выкопировка с применением оптического дезанаморфирования изображения. В СССР для этой цели разработан и выпускается специальный аппарат типа «Агат-35А-35» (23ТТО-1) с просмотровым столом для изготовления паспорта выкопировки. Выкопировочный паспорт составляется оператором фильма и точно определяет положение выпечатываемых участков изображения в каждом кадре и выполнение панорамирования в тех случаях, когда это необходимо. Оператор просматривает на просмотровом паспортном столе широкоэкранную копию фильма и с помощью рамки, по размерам соответствующей кадру обычной системы кинематографа, определяет оптимальные условия выкопировки, которые фиксирует в паспорте для последующего повторения на кинокопировальном аппарате.

В копировальном аппарате «Агат-35А-35» осуществляется дезанаморфирование широкоэкранного изображения и оптическая печать на цветную или черно-белую 35-*мм* кинопленку того участка изображения каждого кадра, который предусмотрен паспортом. При этом одновременно происходит некоторое изменение общего масштаба изображения в соответствии с отношением высот широкоэкранного и обычного кадров, т. е. с уменьшением в 18,6:16 = 1,17 раза.

Выкопировка по принципу проективного преобразования изображения. Дезанаморфирование может быть осуществлено и без применения анаморфотных оптических элементов. Так, на принципе двойного проективного преобразования изображения, предложенного А. Болтянским, были созданы установки, успешно применявшиеся для получения обычных вариантов черно-белых широкоэкранных фильмов. Однако недостаточная общая светосила такого рода устройств для дезанаморфирования и выкопировки, определяемая в первую очередь большими потерями света из-за применения экрана, ограничивает их производительность и делает невозможной работу с цветными фильмами.

Выкопировка с применением 70-*мм* кинопленки. В СССР также разработан и успешно применяется оригинальный метод выкопировки обычных вариантов широкоэкранных кинофильмов, основанный на изготовлении с широкоэкранного 35-*мм* негатива промежуточного позитива на 70-*мм* пленке. При такой печати первичное изображение дезанаморфируется и одновременно несколько увеличивается для получения высоты, равной высоте широкоформатного кадра. Эта операция выполняется на специальном копировальном аппарате 23МТО-1, служащем для печати широкоформатных фильмокопий с широкоэкранных негативов или контратипов. Дальнейшая выкопировка обычного варианта фильма производится, как и с широкоформатного (см. «Трансформация изображения широкоформатной системы кинематографа», стр. 400).

2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ШИРОКОФОРМАТНУЮ СИСТЕМУ

В ряде случаев бывает целесообразно изготовление ограниченного количества широкоформатных фильмокопий широкоэкранных фильмов

для показа в крупных кинотеатрах, так как это позволяет существенно увеличить световой поток кинопроектора, а следовательно, и яркость изображения на экране. Печать таких фильмокопий производится на специально созданном для этой цели копировальном аппарате оптической печати 23МТО-1. Негативное анаморфированное изображение на 35-*мм* кинопленке дезанаморфируется и одновременно увеличивается для получения высоты, соответствующей высоте кадра в широкоформатной системе, т. е. увеличивается с 18,6 до 23 *мм*.

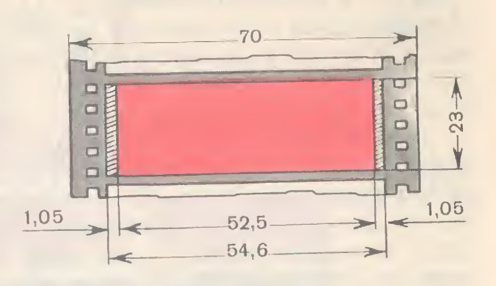


Рис. XI-2. Широкоэкранное изображение дезанаморфированное и увеличенное для преобразования в широкоформатное

Для одновременного дезанаморфирования и изменения масштаба в аппарате имеется оптическая система, увеличивающая первоначальное анаморфированное с коэффициентом 0,5 изображение по вертикали в 1,23 раза и по горизонтали в 2,47 раза. В результате широкоэкранный кадр дезанаморфируется и приобретает размер 54,6×23 *мм*, что при равенстве высот превышает по горизонтали размер широкоформатного кадра на 2,1 *мм*, которые и срезаются симметрично с двух сторон кадровым окном копировального аппарата. Полезно используемая площадь первоначального изображения составляет 96,16%. На рис. XI-2 показаны размеры увеличенного и дезанаморфированного широкоэкранного кадра. Срезаемые участки поля изображения заштрихованы.

Таким путем с впечатыванием предварительно перезаписанной по широкоформатному стандарту фонограммы изготовляются прокатные широкоформатные фильмокопии, если потребность в них не велика. При большом количестве копий целесообразнее изготовить этим способом промежуточный 70-*мм* позитив, а с него контратип для печати нужного количества фильмокопий контактным способом.

3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В УЗКОПЛЕНОЧНУЮ 16-ММ СИСТЕМУ

Трансформация фильмов, снятых по широкоэкранной системе с анаморфированным изображением в узкопленочные на 16-*мм* кинопленке, может преследовать д в е цели:

получение на 16-*мм* кинопленке широкоэкранных фильмокопий с анаморфированным изображением*;

изготовление 16-*мм* фильмокопий методом выкопировки с обычным, неанаморфированным, изображением.

В п е р в о м с л у ч а е с исходного широкоэкранного негатива на 35-*мм* кинопленке контактным способом печатается промежуточный

* В СССР демонстрирование широкоэкранных копий с анаморфированным изображением на 16-*мм* кинопленке распространения не получило.

позитив, с которого на оптическом копировальном аппарате без дезанаморфирования изготовляется на 16-*мм* кинопленке контратип, служащий для печати фильмокопий. Используя обращаемую пленку, контратип можно изготовить непосредственно с негатива, минуя процесс печати промежуточного позитива.

Из-за некоторого различия в соотношении сторон широкоэкранного кадра (1,18:1) без учета анаморфирования и узкопленочного (1,35:1) нельзя полностью перепечатать всю площадь первоначального изображения. Если используется стандартный 16-*мм* кадр, то печать производится с коэффициентом увеличения 0,454, что позволяет полностью уместить изображение по горизонтали. При этом сверху и снизу кадра на 35-*мм* пленке срезаются участки изображения шириной около 1 *мм*. При несколько уменьшенном по ширине (до 8,8 *мм* вместо 10,05) кадре на 16-*мм* кинопленке размещается все первоначальное широкоэкранное изображение. В этом случае коэффициент увеличения при печати должен быть равен 0,4.

Во втором случае для изготовления копий на 16-*мм* кинопленке большей частью исходными являются материалы, получаемые в процессе выкопировки обычных вариантов широкоэкранных фильмов, предназначенные для печати копий на 35-*мм* пленке, а сам процесс аналогичен изготовлению узкопленочных копий обычных 35-*мм* фильмов.

Для увеличения производительности оборудования при печати и обработке 16-*мм* узкопленочных фильмокопий в СССР используется метод, основанный на применении кинопленки шириной 32 *мм* (2×16 *мм*), при котором на всех стадиях технологического процесса массовой печати изготовляются одновременно две одинаковые фильмокопии. Они разрезаются вдоль на две части только после окончания всего процесса.

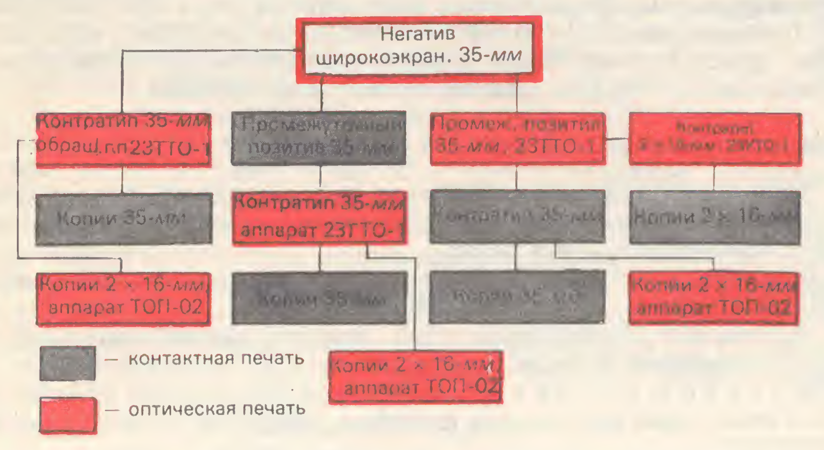


Рис. XI-3. Схема процесса преобразования широкоэкранного изображения

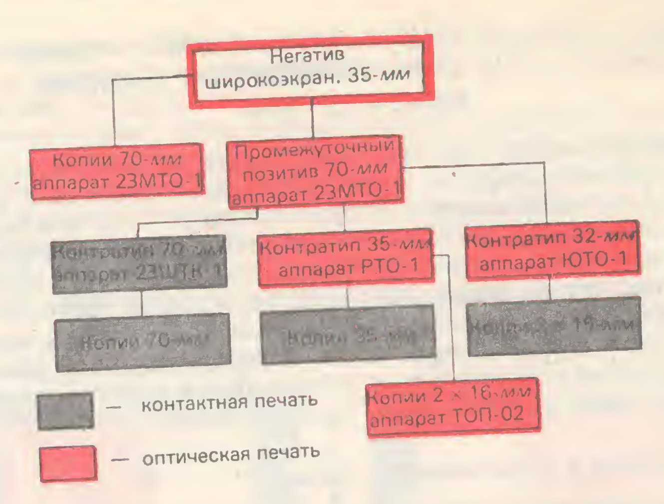


Рис. XI-4. Схема процесса преобразования широкоэкранного изображения с применением 70-*мм* кинопленки

На рис. XI-3 и XI-4 приведены некоторые схемы возможных технологических процессов преобразования изображения с исходных негативов широкоэкранных фильмов на 35-*мм* кинопленке для получения прокатных копий по обычной, широкоформатной и узкопленочной системам.

На каждой из схем указаны типы специальных кинокопировальных аппаратов для выполнения отдельных операций в процессе выкопировки. Так как операции контактной печати без изменения формата могут выполняться на любых аппаратах этого типа соответствующего формата, то марки аппаратов для этих операций не указаны, кроме случаев применения специальных контактных аппаратов точной печати для изготовления промежуточных фильмовых материалов.

Указанные на схемах кинокопировальные аппараты предназначены для выполнения следующих операций:

23ТТО-1 — для печати обычного изображения 35-*мм* формата с анаморфированного 35-*мм* с выбором по полю;

23МТО-1 — для печати широкоформатного изображения на 70-*мм* пленке с анаморфированного 35-*мм*;

23РТО-1 — для печати обычного изображения 35-*мм* формата с широкоформатного на 70-*мм* пленке с выбором по полю;

23УТО-1 и ТОП-02 — для печати изображения в формате 32 *мм* (2×16 *мм*) с обычного 35-*мм* формата;

23ЮТО-1 — для печати изображения в формате 32 *мм* (2×16 *мм*) с широкоформатного на 70-*мм* кинопленке;

23ШТК-1 — для контактной точной печати на пленке 70 *мм*;

23КТК-1 — для контактной точной печати на пленке 35 *мм*.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ШИРОКОФОРМАТНОЙ СИСТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

Широкоформатная система кинематографа, использующая для съемки кинопленку шириной 70 *мм*, хотя и не получила такого распространения, как широкоэкранная, применяется в СССР и в некоторых других странах для производства художественных кинофильмов большой постановочной сложности. Ограниченное количество широкоформатных кинотеатров вынуждает выпускать в прокат такие фильмы не только в виде широкоформатных фильмокопий, но также в виде широкоэкранных, а в ряде случаев и как обычные на 35-*мм* кинопленке. Последнее время осуществляется также выпуск в прокат вариантов широкоформатных фильмов и на 16-*мм* кинопленке.

1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ШИРОКОЭКРАННУЮ СИСТЕМУ

Близкое соотношение сторон изображения в широкоформатной и широкоэкранной системах кинематографа — 2,28:1 и 2,35:1 — позволяет осуществить преобразование первой системы во вторую без существенного нарушения первоначальной композиции. На специальном кинокопировальном аппарате оптической печати 23ЛТО-1 одновременно производится анаморфирование широкоформатного изображения в горизонтальном направлении с коэффициентом 0,5 и общее уменьшение его размеров в 0,84 раза. В результате по горизонтали в новом формате помещается все первоначальное изображение, а по вертикали срезается часть поля изображения общей шириной около 0,86 *мм* относительно широкоформатного кадра. Эта полоса может быть срезана равными частями снизу и сверху кадра, как показано на рис. XI-5. При этом использование площади первоначального изображения составляет 96,27%.

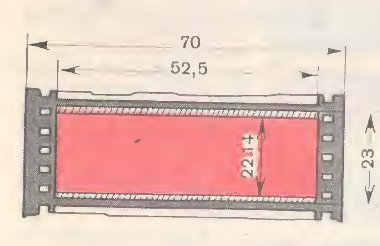


Рис. XI-5. Участок изображения широкоформатного кадра, используемый при печати на широкоэкранный формат

2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ОБЫЧНУЮ 35-ММ СИСТЕМУ

Существующая разница в соотношении сторон изображения в широкоформатной (2,28:1) и обычной (1,37:1) системах кинематографа вынуждает производить, по существу, не только техническую трансформацию изображения из одной системы в другую, но и перекомпоновку всего кадра. Производится выкопировка только части первоначального изображения с выбором для каждого кадра наиболее нужной по содержанию и удачной по композиции части. Процесс подготовки к выкопировке заключается

в составлении покадрового выкопировочного паспорта и становится творческой операцией, которая должна выполняться с участием оператора, снимавшего фильм.

При выкопировке кроме выбора нужного участка по полю кадра изменяется и общий масштаб изображения в соответствии с соотношением высот обычного и широкоформатного кадров, т. е. 16:23 = 0,695. В результате из широкоформатного изображения размером 52,5 × 23 *мм* выпечатывается участок размером 31,5 × 23 *мм*, составляющий всего 60% общей площади исходного кадра и отвечающий соотношению сторон в обычной системе кинематографа.

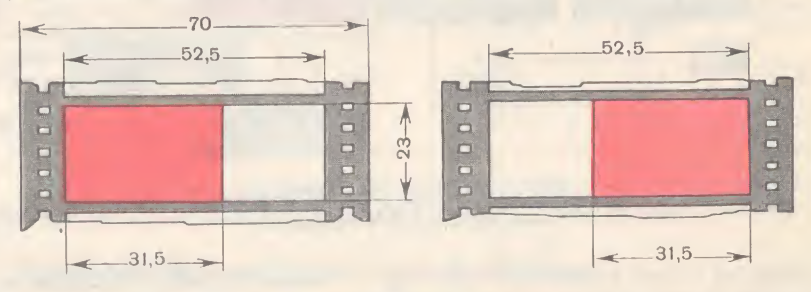


Рис. XI-6. Пределы перемещения выкопируемого участка изображения по полю широкоформатного кадра

На рис. XI-6 показаны крайние возможные положения выкопируемого участка изображения по полю широкоформатного кадра. Между ними может по желанию выпечатываться любой промежуточный участок или выполняться плавная панорама любой длительности по широкоформатному кадру. Для выкопировки используется кинокопировальный аппарат оптической печати 23РТО-1.

3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В УЗКОПЛЕНОЧНУЮ 16-ММ СИСТЕМУ

Выкопировка для печати копий на 16-*мм* кинопленке большей частью выполняется не непосредственно с формата 70 *мм*, а с промежуточного изображения на 35-*мм* кинопленке, полученного в результате выкопировки с выбором по полю кадра для печати по системе обычного кинематографа. В этом случае дальнейшие операции производятся, как при трансформации изображения фильмов, снятых по обычной 35-*мм* системе кинематографа в узкопленочную (см. «Трансформация изображения обычной 35-*мм* системы кинематографа», стр. 402).

В отдельных случаях может быть осуществлен непосредственный переход от широкоформатной системы к узкопленочной. Для этой цели разработан специальный копировальный аппарат 23ЮТО-1, позволяющий печатать с 70-*мм* промежуточного позитива контратип на 32-*мм* (2 × 16 *мм*) пленке для последующего тиражирования фильмокопий контактным способом.

На рис. XI-7 приведена технологическая схема различных преобразований изображения, снятого по широкоформатной системе кинема-

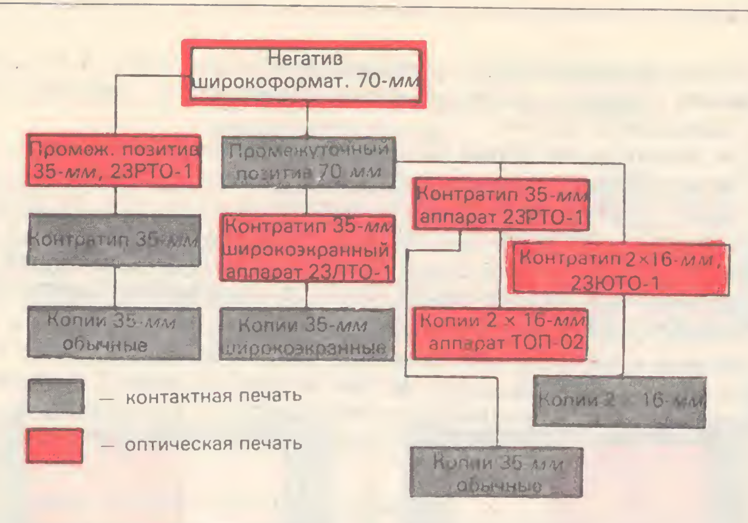


Рис. XI-7. Схема технологического процесса преобразования широкоформатного изображения

тографа на 70-*мм* кинопленке. Выбор в каждом отдельном случае наиболее целесообразного варианта тиражирования определяется размером необходимого тиража, наличием соответствующей аппаратуры и требованиями к качественным и экономическим показателям.

В приведенной схеме для печати широкоэкранного контратипа с широкоформатного негатива на 70-*мм* кинопленке используется специальный кинокопировальный аппарат 23ЛТО-1, служащий для преобразования широкоформатного киноизображения в широкоэкранное анаморфированное на 35-*мм* кинопленке.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЫЧНОЙ 35-ММ СИСТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

Фильмы, снятые по обычной системе кинематографа на 35-*мм* кинопленке, тиражируются также на пленке шириной 16 *мм* для показа в сети клубных и передвижных киноустановок. Некоторые картины, кроме того, печатаются в форматах 8 *мм* и «Супер-8» для продажи населению и использования в учебном процессе наряду с копиями на 16-*мм* кинопленке.

Относительно небольшая разница в соотношении сторон изображения в обычной системе кинематографа на 35-*мм* пленке, на узкой 16- и 8-*мм* кинопленках позволяет переходить к любому из указанных форматов практически без нарушения первоначальной композиции кадра, ограничиваясь только соответствующим изменением абсолютного размера изображения.

Таблица XI-1

Основные показатели трансформации обычной системы кинематографа

Основные размерные показатели	Система кинематографа или формат			
	обычная 35-*мм*	16-*мм*	8-*мм*	«Супер-8»
Размер кадра, *мм*	22×16	10,05×7,45	4,9×3,55	5,69×4,22
Соотношение сторон	1,37:1	1,35:1	1,38:1	1,35:1
Площадь кадра, $мм^2$	352	74,9	17,4	24
Проецируемый участок, *мм*	20,7×15,2	9,45×7,05	4,4×3,25	5,36×4,01
Соотношение сторон в проекции	1,36:1	1,34:1	1,35:1	1,34:1
Проецируемая площадь, $мм^2$	315	66,6	14,3	21,5
Шаг кадра, *мм*	19	7,62	3,81	4,234

В табл. XI-1 приведены для сопоставления основные размерные показатели изображения указанных кинематографических систем.

1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В УЗКОПЛЕНОЧНУЮ 16-ММ СИСТЕМУ

Так как соотношение сторон изображения в обычной системе кинематографа на 35-*мм* пленке составляет 1,37:1, а в 16-*мм* узкопленочной — 1,35:1, то трансформация производится с весьма незначительной потерей первоначальной площади изображения. Печать осуществляется с коэффициентом увеличения, равным отношению высот изображения в этих системах, т. е. 7,45:16 = 0,47. При этом с боковых сторон изображения на 35-*мм* кинопленке будет потерян незначительный участок кадра общей шириной 0,62 *мм*.

При изготовлении 16-*мм* фильмокопий принят процесс, основанный на использовании кинопленки шириной 32 *мм* (2×16 *мм*), имеющей перфорации, соответствующие двум 16-*мм* кинопленкам.

На рис. XI-8 приведена схема такого технологического процесса в двух вариантах. По первому из них с исходного 35-*мм* негатива изображения фильма контактным путем также на 35-*мм* кинопленке печатается промежуточный позитив, с которого на аппарате оптической печати с устройством для удвоения изображения изготовляется контратип на 32-*мм* пленке с двумя одинаковыми изображениями каждого кадра 16-*мм* формата. В дальнейшем массовая печать фильмокопий производится контактным способом на такой же 32-*мм* позитивной кинопленке. Второй вариант отличается тем, что с первичного 35-*мм* негатива оптическим путем печатается промежуточный позитив в формате 2×16 *мм*, а с него контактным способом контратип для массовой печати копий. Первый вариант процесса предпочтительнее, так как большее количество операций производится в формате 35 *мм* с большей площадью изображения, что должно дать более высокое качество изображения.

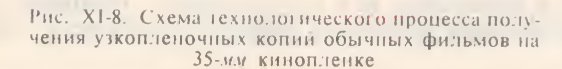


Рис. XI-8. Схема технологического процесса получения узкопленочных копий обычных фильмов на 35-*мм* кинопленке

Во многих странах при изготовлении узкопленочных фильмокопий с исходных материалов на 35-*мм* кинопленке применяются не 32-*мм*, а 16-*мм* кинопленки и используются как негативно-позитивные процессы, так и процессы с обращением.

Особенно широкое распространение за последнее время получило изготовление узкопленочных фильмокопий с различных по формату и характеру исходных материалов в связи с применением 16-*мм* кинопленки в телевидении в качестве основной. Выбор же того или другого процесса часто зависит от условий проведения съемок и количества необходимых копий.

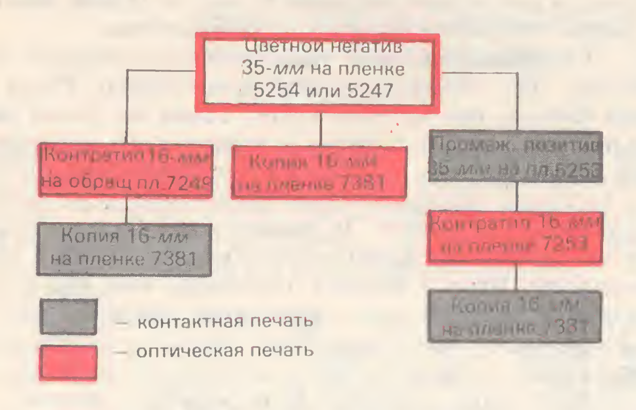


Рис. XI-9. Схемы получения 16-*мм* фильмокопий с исходных негативов на 35-*мм* кинопленке, рекомендуемые фирмой «Кодак»

Так, фирма «Кодак» (США), имеющая большой опыт работы в этой области, рекомендует несколько процессов получения цветных 16-*мм* фильмокопий в зависимости от характера исходных материалов. На рис. XI-9 приведены схемы некоторых технологических процессов этой фирмы применительно к выпускаемым ею кинопленкам для случая, когда исходным является цветной негатив на 35-*мм* кинопленке. Большей частью аналогичные процессы могут быть осуществлены и на пленках других фирм, в том числе и на выпускаемых в СССР.

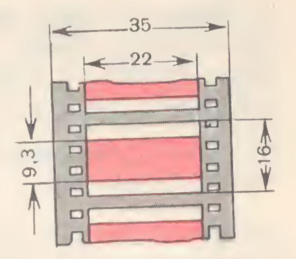


Рис. XI-10. Используемый участок изображения при преобразовании обычной системы в широкоэкранную

2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ШИРОКОЭКРАННУЮ СИСТЕМУ

Преобразование изображения обычной системы кинематографа в широкоэкранное выполняется применительно к отдельным кадрам исторического или другого характера, снятым по обычной системе, когда возникает необходимость использовать их в широкоэкранных фильмах. Так как изображение в широкоэкранной системе кинематографа (с учетом анаморфирования) имеет соотношение сторон 2,35:1 при размере кадра на пленке 22×18,6 *мм*, то преобразование производится путем выкопировки из исходного негатива, контратипа или промежуточного позитива участка изображения с соответствующим соотношением сторон (рис. XI-10). Такой участок имеет размер 22×9,3 *мм* и перепечатывается на размер широкоэкранного кадра с увеличением 1ˣ по горизонтали и 2ˣ по вертикали. В результате получается анаморфированное изображение, полностью соответствующее стандарту широкоэкранного кинематографа. Для выбора при выкопировке сюжетно важной части кадра выпечатываемая зона может перемещаться по высоте исходного кадра.

3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ШИРОКОФОРМАТНУЮ СИСТЕМУ

Преобразование изображения обычной системы кинематографа в широкоформатное производится применительно только к отдельным кадрам или эпизодам, снятым ранее по обычной системе и используемым в широкоформатных фильмах.

Большая разница в соотношении сторон кадра: 1,37:1 — в обычной системе и 2,28:1 — в широкоформатной — предопределяет необходимость выкопировки только части изображения из поля первоначального кадра. При этом одновременно производится увеличение изображения с коэффициентом, равным отношению ширины широкоформатного кадра к ширине обычного, т. е. в 52,5:22 = 2,4 раза.

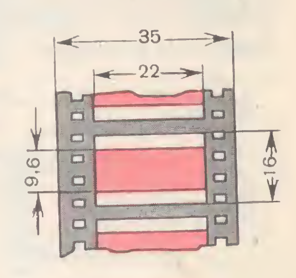


Рис. XI-11. Используемый участок изображения при преобразовании обычной системы в широкоформатную

Таким образом, из первоначального изображения полезно используется только участок размером 22×9,6 *мм*, или 60% общей площади кадра (рис. XI-11). Выкопировка этого участка может производиться с выбором по полю в вертикальном направлении.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ШИРОКОЭКРАННОГО КИНЕМАТОГРАФА С УНИВЕРСАЛЬНЫМ ФОРМАТОМ КАДРА

Преобразование изображения, снятого по этой системе, не представляет особых затруднений, так как наиболее сложные вопросы композиции кадра, отвечающей одновременно требованиям форматов кадра нескольких кинематографических систем, должны решаться оператором во время съемки. Преобразование в этом случае сводится к перепечатке соответствующего участка поля универсального кадра на формат той или другой выбранной системы.

Основным в системе универсального формата кадра является широкоэкранное изображение, но и оно подлежит выкопировке, так как система не предусматривает использования съемочного кадра без того или другого преобразования.

1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ШИРОКОЭКРАННУЮ СИСТЕМУ С АНАМОРФИРОВАННЫМ ИЗОБРАЖЕНИЕМ

Для получения основного широкоэкранного варианта фильма, снятого по системе универсального кадра, на соответствующем копировальном аппарате оптической печати производится выкопировка из общего поля неанаморфированного изображения универсального кадра участка размером 25×10,63 *мм*, имеющего соотношение сторон 2,35:1 (рис. XI-12). Печать в этом случае осуществляется с линейным увеличением в 1,76 раза при одновременном анаморфировании по горизонтали с коэффициентом 0,5. В результате получается кадр, по размерам и степени анаморфирования изображения отвечающий требованиям системы широкоэкранного кинематографа. Эта же выкопировка может производиться и путем изготовления промежуточного позитива на 70-*мм* кинопленке, для чего на широкий формат копируется с двукратным увеличением участок негатива размером 25×11,5 *мм*, как и при печати широкоформатных фильмокопий (рис. XI-13). С полученного широкоформатного кадра несколько уменьшенного размера (50×23 *мм*), с соответствующим уменьшением и анаморфированием печатается 35-*мм* широкоэкранный контратип.

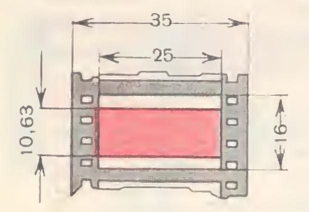


Рис. XI-12. Участок изображения, используемый при получении широкоэкранного изображения с универсального формата кадра

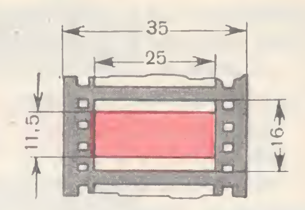


Рис. XI-13. Участок изображения, используемый при печати широкоформатных копий с универсального формата кадра

В обоих случаях в качестве исходного используется участок первичного изображения того же размера площадью 267,7 *мм*², что соответствует 65% общей площади съемочного кадра в широкоэкранной системе кинематографа с анаморфированным изображением на 35-*мм* кинопленке.

2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ОБЫЧНУЮ 35-ММ СИСТЕМУ

Получение варианта фильма, снятого по системе универсального формата кадра, в систему обычного кинематографа достигается выкопировкой участка поля изображения размером 22×16 *мм*, как показано на рис. XI-14. Так как размер и расположение этого участка изображения на пленке соответствует кадру в обычной системе, то выкопировка может производиться не только на аппаратах оптической, но и контактной печати с кадровым окном стандартного размера. Выкопируемая площадь изображения равна площади кадра в обычной системе кинематографа и, следовательно, такое преобразование не должно приводить к ухудшению качества.

Контратип на 35-*мм* кинопленке для контактной печати обычных фильмокопий может быть получен и оптической выкопировкой при увеличении 0,69× с промежуточного позитива на 70-*мм* кинопленке.

3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ШИРОКОФОРМАТНУЮ СИСТЕМУ

Для изготовления широкоформатных копий фильмов, снятых по системе универсального формата кадра на специальном копировальном аппарате оптической печати (на базе 23МТО-1), производится выкопировка участка изображения размером 25×11,5 *мм* с увеличением 2× на 70-*мм* кинопленку. При этом получаемый на широкоформатной копии или промежуточном позитиве размер кадра 50×23 *мм* несколько меньше стандартного негативного кадра в широкоформатной системе, но вполне отвечает размерам проецируемого участка изображения, составляющего 48,5×22 *мм*.

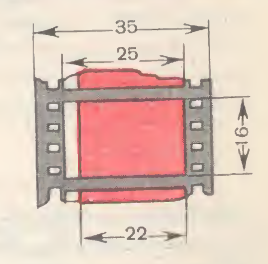


Рис. XI-14. Участок изображения, используемый при печати копий по обычной системе с негативов универсального формата кадра

При небольшом количестве копий они могут быть напечатаны указанным способом непосредственно с негатива универсального формата кадра. Так обычно делаются фестивальные и другие

копии для особо важных случаев показа. При большом тираже целе-
сообразно изготовить 70-*мм* контратип и с него вести печать копий
контактным способом.

Однако следует учитывать, что при печати широкоформатных ко-
пий с исходного изображения по системе универсального формата ис-
пользуется только 287,5 *мм*² площади исходного кадра, что составляет
всего около 24% от площади негативного кадра в широкоформатной
системе и, следовательно, качество изображения в позитиве не может не
уступать качеству, получаемому при съемке по широкоформатной
системе.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ 16-ММ СИСТЕМЫ В ОБЫЧНУЮ 35-ММ

Необходимость такого вида преобразования появилась в связи с
широким распространением съемок на 16-*мм* кинопленке в телевиде-
нии и ряде отраслей кинематографии. Удачный фильм, снятый для
телевидения или ограниченного проката на 16-*мм* пленке, возникает
необходимость показать в широкой сети кинотеатров и для этого пере-
вести на 35-*мм* кинопленку. Близкое соотношение сторон изображения
в этих системах позволяет легко осуществить такое преобразование
без нарушения первоначальной композиции. В результате кадр 16-*мм*
формата размером 10,05×7,45 *мм* будет увеличен до размера
22×16,2 *мм*, что почти точно соответствует кадру в системе обычного
кинематографа, имеющему размер 22×16 *мм*. Таким образом, при пре-
образовании в первоначальном изображении на 16-*мм* кинопленке будет
потеряна по высоте кадра полоса менее 0,1 *мм*.

В зависимости от того, каким способом был снят 16-*мм* фильм —
негативно-позитивным или с обращением изображения, — с 16-*мм* ори-
гинала делается на копировальном аппарате оптической печати 35-*мм*
контратип или промежуточный позитив.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СИСТЕМ ОБЫЧНОГО 35- И 16-ММ КИНЕМАТОГРАФА В СИСТЕМЫ 8-ММ И «СУПЕР-8»

За последние годы во многих странах находят широкое распро-
странение кинофильмы, напечатанные на узкой кинопленке формата
8 *мм* и «Супер-8». В этих форматах большей частью выпускаются для
продажи населению различные мультипликационные и другие фильмы
для детей, эстрадно-концертные программы и видовые фильмы. Кроме
того, в этих форматах печатают и некоторые фильмы, используе-
мые в школах для сопровождения учебного процесса, заменяя в ряде
случаев более дорогие учебные фильмы на 16-*мм* кинопленке.

Для изготовления таких фильмокопий применяются исходные мате-
риалы киносъемок на 35- и 16-*мм* кинопленках, что позволяет получить
удовлетворительное качество изображения при малой площади кадра.
Для увеличения производительности при тиражировании и снижения
стоимости 8-*мм* фильмокопий их печать ведется на специальных кино-
пленках шириной 35; 32 и 16 *мм*, что позволяет одновременно получить
на одной пленке четыре или две одинаковые фильмокопии, разрезая
их только после полного окончания процесса изготовления.

В этом случае печать копий производится контактным способом на
высокопроизводительных копировальных аппаратах с контратипов на
35-, 32- или 16-*мм* кинопленках с четырьмя или двумя рядами кадров,
которые в свою очередь получают с исходных материалов на 35- или
16-*мм* пленках на копировальных аппаратах оптической печати, име-
ющих устройства для получения двух или четырех одинаковых изобра-
жений, соответствующих по размерам системам 8-*мм* или «Супер-8».

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ФИЛЬМОКОПИЯХ РАЗЛИЧНЫХ КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Широкое применение преобразования изображения из одной кине-
матографической системы в другую вызывает необходимость сравни-
тельной оценки качества фильмокопий, получаемых с различных ис-
ходных негативов. Учитывая, что пока не существует общепринятого
объективного метода количественной оценки качества киноизображе-
ния, пригодного для сопоставления фильмокопий, получаемых различ-
ными способами, Е. Голдовский использовал для этой цели сравнение
по величине информационной емкости, т. е. по предельному количеству
информации, которое может быть передано изображением в зависи-
мости от его формата и метода получения. Полагая, что предельный
объем передаваемой информации, от которого зависит деталировка
изображения, в первую очередь определяется используемой площадью
исходного негатива и разрешающей способностью негативной кино-
пленки, он выражает информационную емкость фильмокопии зависи-
мостью:

$$P_{копии} = R^2 S_{нег} r,$$

где R — разрешающая способность пленки, на которой производилась
съемка; $S_{нег}$ — площадь используемого для получения изображения на
копии участка негатива; r — коэффициент, определяющий величину из-
менения количества информации в зависимости от процесса изготовле-
ния фильмокопии.

Допуская для упрощения, что в сравниваемых кинематографических
процессах и методах получения фильмокопий для съемки применяются

кинопленки с одинаковой разрешающей способностью и принципиально схожие процессы контратипирования по схеме негатив — промежуточный позитив — контратип — фильмокопия, можно принять, что коэффициент r имеет постоянную величину. При указанных допущениях информационная емкость изображения фильмокопий, полученных различными способами, будет пропорциональна использованной площади первичного негатива.

Для сопоставления и сравнительной оценки киноизображений различного формата, полученных разными способами, Е. Голдовский принимает за единицу величину информационной емкости изображения 35-*мм* фильмокопии обычной системы кинематографа, полученной в процессе печати контактным способом, $P_{об} = 1$.

Таблица XI-2

Относительная информационная емкость киноизображений в зависимости от формата и способа получения фильмокопий

Исходная система	Системы, в которые трансформируется исходное изображение							
	обычная 35-*мм*		широкоэкранная 35-*мм*		широкоформатная 70-*мм*		узкопленочная 16-*мм*	
	$S_{исп}$, *мм*²	$P_{копии}$	$S_{исп}$, *мм*²	$P_{копии}$	$S_{исп}$, *мм*²	$P_{копии}$	$S_{исп}$, *мм*²	$P_{копии}$
Обычная 35-*мм*	352	1	204,6	0,58	212,2	0,6	342,1	0,3—0,35**
Широкоэкранная 35-*мм*	237,3	0,5	409,2	1	383,5	0,94	230,4*	0,18—0,21**
Широкоформатная 70-*мм*	724,5	1,2**	1152,5	1,4	1207,5	3,4	703,5*	0,36—0,42**
Узкопленочная 16-*мм*	74,9	0,21	—	—	—	—	74,9	0,21
Универсальный формат 35-*мм*	352	1	265,7	0,75	287,5	0,81	342,1*	0,3—0,35**

Примечание. $S_{исп}$ — используемая площадь исходного негатива, *мм*²; $P_{копии}$ — информационная емкость изображения относительно емкости обычного 35-*мм* формата.

* Используемая площадь исходного негатива определена с учетом печати 16-*мм* копии с предварительно полученных по обычной 35-*мм* системе промежуточных материалов.

** Учтено увеличение информационной емкости за счет увеличения R в 1,2—1,3 раза при оптической печати с уменьшением.

В табл. XI-2 приведены определенные указанным методом относительные значения информационной емкости фильмокопий различного формата, полученные в процессах прямой печати и при трансформации систем, а также величины используемой в каждом случае площади исходного негатива.

Следует обратить внимание на то, что хотя площадь широкоэкранного кадра на 16,2% больше площади обычного, применение анаморфотной съемочной оптики приводит к некоторому снижению фотографической разрешающей способности системы объектив — кинопленка, благодаря чему информационная емкость широкоэкранного кадра не увеличивается пропорционально его площади, а остается на уровне обычного, т. е. для него $P_{шэ} = 1$.

Из анализа приведенных в таблице данных можно сделать следующие выводы:

всякая трансформация изображения, как правило, приводит к уменьшению первоначальной информационной емкости исходного изображения. Исключением являются только случаи печати с меньшего формата на больший без изменения соотношения сторон изображения, когда сохраняется первоначальная информационная емкость;

трансформация изображения с большего формата на меньший позволяет получить некоторое увеличение информационной емкости копии по сравнению со свойственной этому меньшему формату, но она всегда существенно меньше исходной, соответствующей большему формату;

наибольшей информационной емкостью, а следовательно, и наилучшим качеством изображения отличаются широкоформатные фильмокопии, но только при условии их изготовления с широкоформатного же негатива, а не путем преобразования из других систем;

универсальный формат кадра, отличаясь рядом таких производственных преимуществ, как отсутствие анаморфотной оптики при съемке и простота выкопировки, не превосходит по информационной емкости систему широкоэкранного кинематографа с анаморфированным изображением.

РАЗДЕЛ XII

КИНОФИЛЬМЫ ДЛЯ ПОКАЗА ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ

В практике телевизионного вещания широко используется показ различного рода кино- и телевизионных фильмов. Они часто составляют значительную часть общего объема передач. Фильмы, предназначенные специально для телевидения, производят телецентры и многочисленные киностудии, используя для фиксации изображения как съемку на кинопленку, так и видеозапись на магнитную ленту. Киностудии пока пользуются исключительно первым, привычным для них способом.

Чтобы получить высокое качество изображения на экранах телевизионных приемников, при съемке фильмов необходимо принимать ряд специальных мер, так как современный уровень телевизионной техники и условия просмотра программ в домашних условиях не позволяют хорошо передать изображение обычного кинофильма, снятого без учета требований телевидения. Для выполнения этих требований на всех этапах производства фильма должны соблюдаться определенные условия и технологические нормативы. Кинофильм, снятый для показа в кинотеатрах, может быть только частично приспособлен для телевизионного показа путем печати специальной позитивной копии.

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ КИНОИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ТЕЛЕВИЗИОННОМ ПОКАЗЕ

1. ДЕТАЛЬНОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Условия показа фильмов по телевидению существенно отличаются от кинематографических и в первую очередь за счет малых размеров экранов большинства телевизионных приемников. Кроме того, применяемая в теле-

видении система разложения и передачи изображения придает ему строчную структуру, что в свою очередь требует увеличения минимального расстояния рассматривания, так как видимость структуры исчезает, когда расстояние между смежными строками становится по угловой величине меньше порога различения глаза для этих условий рассматривания.

В принятой у нас телевизионной системе по сумме причин рекомендуемое расстояние должно в 2,8—3 раза превышать диагональ экрана.

Детальность всякого изображения зависит от способности системы, фиксирующей или передающей это изображение, воспроизводить его мелкие элементы, так как ни при каких условиях рассматривания человеческий глаз не может увидеть то, чего нет в самом изображении. С другой стороны, благодаря особенностям зрения глаз не различает имеющиеся в изображении детали, если они видны под углом меньше порога разрешения. Величина этого порогового угла зависит от ряда причин и в том числе от яркости изображения, его контрастности и освещенности фона, на котором оно рассматривается.

При телевизионной передаче киноизображения ограничение детальности вызывается обеими причинами. Применяемые телевизионные системы даже при безупречной работе разлагают изображение на конечное и достаточно ограниченное количество элементов, зависящее от принятого стандартом числа строк и полосы пропускания частот видеоканалом. Условия рассматривания часто также не позволяют зрителю увидеть ряд мелких деталей, имеющихся в изображении, из-за их малого углового размера или недостаточного контраста.

Как показывают исследования и опыт работы телевидения многих стран, детальность изображения на экранах домашних телевизоров еще значительно уступает детальности изображения, получаемого на экранах кинотеатров при съемке на 35-*мм* кинопленке. Вследствие этого особое внимание надо обращать на передачу всем телевизионным трактом и самим фильмом контраста деталей изображения различной величины. Этот показатель хорошо контролируется частотно-контрастной характеристикой (ЧКХ) или функцией передачи модуляции (ФПМ), которые описывают количественно характер передачи контраста деталей изображения в зависимости от их размера (пространственной частоты).

Так как характер изображения на экране телевизионного приемника является результатом сквозной ЧКХ системы, которая в свою очередь зависит от аналогичных характеристик всех звеньев процесса создания и передачи изображения фильма, то следует контролировать не только ЧКХ телевизионного тракта, но и ЧКХ применяемых для производства телевизионных фильмов кинопленок, съемочных объективов и процессов изготовления фильмокопий.

В фильмах для телевидения (и особенно цветных) стремятся ограниченно использовать общие планы с мелкой малоконтрастной деталировкой и слабой цветовой насыщенностью, в средних планах

избегать мелких непередаваемых элементов фона, обстановки и реквизита. Эти требования должны учитываться при разработке режиссерского сценария, проектировании декораций и построении мизансцен.

2. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ ТОНАЛЬНОЙ ГРАДАЦИИ ПРИ ТЕЛЕВИЗИОННОМ ПОКАЗЕ КИНОФИЛЬМОВ

Как известно, на киноэкране при засветке порядка 1% от уровня его освещенности без фильма различимый интервал яркостей для достаточно крупных деталей достигает 1:50—1:60, а при снижении засветки и повышении общей яркости изображения может доходить до 1:150.

Вместе с тем на экранах большинства современных телевизоров передаваемый интервал яркостей не превышает 1:25, повышаясь до 1:30—1:40 только в видеоконтрольных устройствах телевизионных центров. Следовательно, для передачи деталей в светах и тенях телевизионного изображения необходимо, чтобы они располагались в соответственно более узком интервале оптических плотностей кинопозитива и находились на прямолинейном участке характеристической кривой кинопленки. При этом должен быть правильно выбран не только интервал плотностей позитивного киноизображения, но и общий коэффициент передачи контраста от объекта съемки до позитивной фильмокопии, так как только в этом случае в ограниченном интервале плотностей позитива может быть удовлетворительно уложен интервал яркостей объекта съемки.

Напомним, что общий коэффициент передачи контраста, необходимый для получения в сквозном процессе (фиксация — воспроизведение изображения) субъективно оптимального результата, выражающий отношение контраста полученного изображения к контрасту объекта съемки, не является во всех случаях постоянным и зависит от условий рассматривания и частотно-контрастной характеристики системы*.

Вместе с тем величина общего коэффициента передачи контраста какой-либо системы (кинематограф, телевидение) зависит от коэффициентов передачи контраста всех составляющих ее звеньев и численно равна их произведению. Из-за сложности системы и непостоянства значений коэффициентов передачи контраста в ряде таких звеньев кинематографической системы, как киносъемка и кинопоказ, общий коэффициент передачи контраста не был нормирован. Однако с учетом средних условий передачи контраста при съемке и показе фильмов в кинотеатрах регламентированы коэффициенты передачи контраста (коэффициенты контрастности γ) для отдельных стадий процесса — обработка негатива, контратипирование, изготовление фильмокопий.

---

* Коэффициент передачи контраста определяет степень изменения общего контраста изображения в системе или в ее отдельных звеньях, процессах.

Частотно-контрастная характеристика (ЧКХ) или характеристика передачи контраста определяет соотношение в передаче контраста элементов изображения различной величины. При этом передача контраста элементов изображения большой величины и имеющих максимально возможный контраст принимается за единицу.

В условиях телевидения изображение на экране обычно смотрят на относительно светлом фоне в освещенном помещении, что вызывает субъективное впечатление увеличения его контраста.

Вместе с тем освещение помещения неминуемо вызывает некоторую засветку экрана, а это приводит к осветлению теней изображения и зрительному снижению его контраста. Таким образом, мы имеем дело с двумя факторами, влияющими на контраст телевизионного изображения в противоположных направлениях. Сказывается, что градационно более бедное изображение кажется зрителю более контрастным.

Как показал опыт, оптимальными для средних условий просмотра телевизионных программ являются пониженные по сравнению с принятыми в кинематографии интервалы плотностей позитива и коэффициенты передачи контраста изображения. Телевизионными организациями различных стран эмпирически были определены технические требования к черно-белым и цветным фильмам, предназначенным для телевизионного показа. Полученные разными организациями данные достаточно близки друг к другу (хотя и не совпадают полностью), что позволяет ожидать в скором времени их международной стандартизации.

Несколько усредняя отдельные рекомендации, можно сказать, что требования к цветным и черно-белым фильмокопиям для телевизионного показа сводятся к нормированию:

интервал оптических плотностей в пределах $1{,}6 \pm 0{,}1$;
минимальной плотности $D_{мин}$ в пределах 0,3—0,4;
максимальной плотности $D_{макс}$ в пределах 1,9—2,0.

В некоторых рекомендациях $D_{макс}$ для цветных фильмокопий допускается до 2,2.

Еще одним очень важным специфическим требованием к фильмокопиям для показа по телевидению является необходимость сохранять во всех без исключения кадрах фильма не только величину интервала плотностей, но и достаточно строго соблюдать постоянство значения минимальных и максимальных плотностей, которые должны быть во всех планах и кадрах одинаковыми и постоянными на протяжении всего фильма. Выполнение этого условия особенно важно, так как при автоматическом регулировании контраста в зависимости от уровня «черного», т. е. величины телевизионного сигнала, соответствующего наибольшей плотности, и уровня «белого» — сигнала, отвечающего наименьшей плотности в телевизионной системе, зависит правильность передачи тональности и контраста изображения.

Следовательно, независимо от характера все планы фильма, в том числе «ночные» и «дневные», должны иметь одинаковые максимальные и минимальные плотности, характер же кадра должен определяться только соотношением площадей темного и светлого.

Для нормального действия видеотракта нужно, чтобы площади, занимаемые в каждом без исключения кадре минимальной и максимальной плотностями, составляли не менее 1% от общей поверхности изображения.

Таким образом, основная задача при производстве как черно-белых, так и цветных фильмов для телевидения сводится к тому, чтобы без снижения художественной выразительности уменьшить интервал плотностей, а следовательно, и контраст изображения в позитиве до величины, передаваемой без потерь телевизионными системами.

Принципиально возможны различные способы решения этой задачи. Наиболее целесообразным является соответствующее снижение интервала яркости снимаемого объекта. В этом случае для съемки можно применять обычные кинопленки и нормальные процессы их обработки, используемые в кинематографии с сохранением рекомендованных для них коэффициентов контрастности. Возможно также применение для съемки специальных сортов пленок с пониженным контрастом, выпускаемых рядом фирм, или подбор обычных цветных кинопленок с пониженным коэффициентом контрастности. При постановке черно-белых фильмов понижения контраста можно достигнуть также соответствующим изменением режима обработки. Уменьшение интервала плотностей, а следовательно, и контраста может быть получено и в процессе изготовления фильмокопии с использованием специальных сортов малоконтрастных позитивных пленок. Однако чаще всего применяется разумное сочетание всех перечисленных выше способов уменьшения контраста изображения.

СНИЖЕНИЕ КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ СЪЕМКЕ И ИЗГОТОВЛЕНИИ ФИЛЬМОКОПИЙ

Как было установлено, близким к оптимальному для телевидения является интервал яркости объекта съемки, не превышающий 40:1. Такое ограничение интервала яркости обычно достигается равномерным освещением объекта съемки с различием в величине освещенности его отдельных участков, не превышающим 2:1, и соответствующим выбором фактур и окрасок, входящих в кадр предметов, декораций и одежды действующих лиц. Отношение коэффициентов отражения всех элементов кадра в направлении камеры не должно выходить за пределы 20:1. Это значит, например, что если наиболее темные элементы имеют коэффициент отражения не менее 3%, то самые светлые — не более 60% и т. д. При этом для грима на лицах актеров коэффициент отражения должен находиться в пределах 25—35%. Для бликов и таких мелких деталей, как воротнички, манжеты и пр., допустимы коэффициенты отражения более 60%, но общая площадь в кадре таких элементов не должна превышать 0,2% всей его поверхности. В таком же количестве допустимы и темные детали с коэффициентом отражения менее 3%.

Мерами борьбы с излишним контрастом, особенно при натурных съемках, в первую очередь является подсветка излишне глубоких теней отражателями или прожекторами и исключение или притемнение излишне светлых элементов в кадре.

Большое преимущество регулирования контраста при съемке в том, что оно производится не автоматически и равномерно во всем диапазоне яркостей, как это имеет место в позитивном процессе, а им управляет оператор, имеющий возможность подчеркнуть контрастность деталей в светáх, тенях или полутонах изображения, сохранив тем самым их видность каждый раз там, где это более нужно.

Уменьшение контрастности изображения при изготовлении фильмокопий менее целесообразно, чем во время съемки, но заслуживает внимания, так как является единственным способом хотя бы частично улучшить показ по телевидению кинофильмов, снимавшихся без учета его специфических требований.

Контраст позитивных копий снижают применением специальных кинопленок, выпускаемых для этой цели рядом фирм, или подбором обычных позитивных пленок с пониженным коэффициентом контрастности. Для получения копий черно-белых фильмов допустимо также соответствующее изменение режима их обработки.

ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ

Относительно малые углы рассматривания телевизионного изображения и связанная с этим потеря мелких деталей при передаче цветных программ определяют некоторые особенности восприятия зрителями цветного телевизионного изображения. Так, известно, что из-за особенностей цветного зрения человек не различает цветов элементов изображения, видимых под углами меньше критических (порядка 10 угловых минут). В условиях показа 35-*мм* цветных фильмов в кинотеатрах это значит, что зрители первых рядов видят монохромными — черно-белыми — детали размером меньше $^1/_{250}$ диагонали экрана, детали от $^1/_{100}$ до $^1/_{250}$ диагонали экрана будут восприниматься, как имеющие цветной оттенок, и только в деталях размером $^1/_{100}$ и более диагонали экрана будет обеспечена нормальная насыщенная цветопередача.

Применительно к рассматриванию изображения на телевизионном экране зритель будет видеть полностью цветными только элементы, видимые под теми же углами, что и на киноэкране, но из-за меньшего общего угла, под которым виден весь телеэкран, отношение размеров этих деталей к размеру экрана изменится. Детали, видимые в нормальном трехцветном воспроизведении, будут уже иметь размер около $^1/_{50}$ диагонали экрана. Это значит, что одно и то же изображение, показанное на киноэкране, как бы разлагается на большее (примерно в четыре раза) количество цветных элементов, чем при демонстрировании его на экране цветного телевизора.

Таким образом, в телевидении полная передача натуральных цветов обеспечивается только для деталей относительно большого размера.

Указанные особенности цветовосприятия приводят к тому, что цветонасыщенность изображения в телевидении меняется с изменением масштаба и детализировки изображения в большей степени, чем в кине-

матографии. Общие планы с большим количеством мелких деталей всегда менее цветонасыщены, чем аналогичные крупные.

На натуральность цветовоспроизведения влияет и различие цветовых температур источников света, применяемых одинаково при съемке кино- и телевизионных фильмов (3200 К)* и цветовой температуры «опорного белого света», воспроизводимого на кинескопах телевизионных приемников (6800 К). По этой причине цвета на экране телевизора кажутся более голубыми, что должно приниматься во внимание при производстве фильмов и изготовлении фильмокопий.

При производстве цветных фильмов для телевидения следует избегать излишне мелкой деталировки еще в большей степени, чем в черно-белых, так как она приводит к потере цвета в деталях и тем самым вызывает впечатление известной монохромности всего изображения. Так же строго должны выполняться указанные выше требования ограничения интервала яркости снимаемых объектов и интервала плотностей негативного и позитивного изображений.

Особенно заметны изменения цветонасыщенности в зависимости от масштаба изображения и его деталировки при следовании таких планов в монтаже друг за другом. Борются с этим, искусственно снижая цветонасыщенность и цветовой контраст в крупных планах, добиваясь приглушенной, пастельной передачи в них цвета, так как, к сожалению, пока нет средств повысить в нужной степени цветонасыщенность в общих, а иногда и в средних планах.

РАЗМЕРЫ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

При съемке телевизионных фильмов на 35- и 16-*мм* кинопленках в киносъемочных аппаратах применяются кадровые окна, отвечающие обычным кинематографическим стандартам. Это значит, что размеры изображения и его расположение на пленке в кино- и телевизионных фильмах одинаковы. Однако последующие потери изображения на краях и в углах кадра при телевизионном показе больше и складываются из ограничения передаваемого участка кадра в телекинопроекторе и потерь краев изображения на каждом телевизионном приемнике. Последние особенно опасны, так как зависят от регулировки каждого телевизора и могут достигать значительной величины. Кроме того, потери изображения в углах кадра обусловлены более закругленной формой телевизионных экранов.

Для исключения возможности потери сюжетно важных частей изображения при передаче для телефильмов кроме общего размера изображения и его расположения на кинопленке, получаемого при съемке, нормируются также размеры передаваемого телекинопроекто-

* При натурных съемках с естественным солнечным освещением цветовая температура приводится к указанному значению применением соответствующих корректирующих светофильтров.

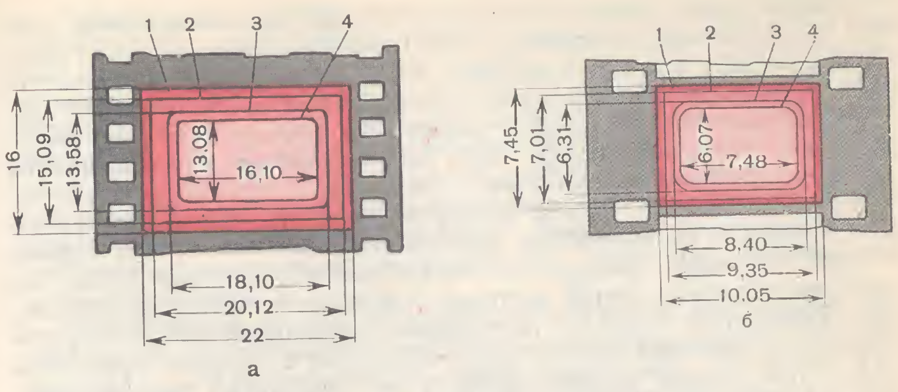


Рис. XII-1. Расположение нормируемых полей изображения в пределах кадра для телевизионных фильмов

ром участка изображения, границы размещения в кадре сюжетно важных элементов изображения и участок поля для расположения надписей.

На рис. XII-1 приведено расположение нормируемых полей для размещения изображения в телевизионных фильмах: *а* — на пленке шириной 35 *мм* по ГОСТ 9877-73 и *б* — на пленке шириной 16 *мм* по ГОСТ 19165-73. Размеры полного поля изображения, получаемого при съемке, одинаковы для кино- и телефильмов и нормированы отдельными стандартами.

Таким образом, учитывая специфику передачи фильмов по телевидению, нормируются следующие зоны или поля размещения изображения:

для 35-*мм* формата

1 — поле изображения при съемке, *мм* — 16×22;
2 — передаваемое по телевидению поле, *мм* — $15{,}09 \pm 0{,}1 \times 20{,}12 \pm 0{,}1$;
3 — сюжетно важное поле, *мм* — $13{,}58_{макс} \times 18{,}10_{макс}$
4 — поле для надписей, *мм* — $13{,}08_{макс} \times 16{,}10_{макс}$;

для 16-*мм* формата

1 — поле изображения при съемке, *мм* — $7{,}45 \times 10{,}05$;
2 — передаваемое по телевидению поле, *мм* — $7{,}01 \pm 0{,}05 \times 9{,}35 \pm 0{,}05$;
3 — сюжетно важное поле, *мм* — $6{,}31_{макс} \times 8{,}40_{макс}$;
4 — поле для надписей, *мм* — $6{,}07_{макс} \times 7{,}48_{макс}$.

Выполнение практической компоновки изображения оператором при съемке в соответствии с указанными нормами производится с помощью соответствующей разметки указанных полей в визире съемочного аппарата. Особенно важно следить за размещением сюжетно важных элементов изображения в пределах отведенного для них поля. Однако такая специальная компоновка и размещение изображения в кадре необходимы не только в фильмах, снимаемых специально для телевидения, но желательны и в любых других, так как большинство из них раньше или позже демонстрируют по телевидению.

Еще сложнее обстоит дело с телевизионным показом фильмов, снятых по различным широкоэкранным и широкоформатным системам кинематографа, когда соотношение сторон изображения не соответствует телевизионному стандарту и значительно от него отличается. Изображение таких фильмов в телевидении показывается с ограничением его поля с боков кадра. Если же изображение демонстрируется полностью, то оно соответственно уменьшается и площадь экрана используется частично. Иногда одновременно ограничивается изображение с боков и не полностью используется полезная высота экрана.

Все это часто приводит к потере сюжетно важных элементов изображения и тем самым нарушает нормальное восприятие фильма. Вследствие этого показ по телевидению широкоэкранных и широкоформатных фильмов должен производиться не с обычных прокатных копий этих систем кинематографа, а со специальных фильмокопий, изготовляемых методом выкопировки и предназначенных для показа по обычной системе кинематографа. (О выкопировке см. раздел XI «Трансформация изображения кинематографических систем».)

ПЕРЕВОД ИЗОБРАЖЕНИЯ С МАГНИТНОЙ ВИДЕОГРАММЫ НА КИНОПЛЕНКУ

Этот процесс приобретает все большее значение в связи с увеличением количества телефильмов, при производстве которых изображение записывается непосредственно на магнитную ленту, а не снимается на кинопленку. Такой способ фиксации изображения имеет ряд преимуществ и можно ожидать его распространения не только в телевидении, но частично и в кинематографии.

Однако магнитной видеограмме свойственны и определенные недостатки, сказывающиеся главным образом при демонстрировании фильмов в странах с различными телевизионными стандартами. Вследствие этого возникает потребность после окончания производства фильма в виде магнитной видеограммы осуществить его перевод на кинопленку для международного обмена, а в ряде случаев и для показа в обычных кинотеатрах. Такой перевод может быть выполнен различными способами. Рассмотрим способы, получившие в настоящее время наибольшее распространение.

1. СЪЕМКА С ЭКРАНА КИНЕСКОПА

Съемка с экрана кинескопа большей частью применяется при переводе на кинопленку изображения, записанного ранее на магнитную ленту. Иногда этот способ используют также для съемки какой-либо телевизионной программы одновременно с ее передачей в эфир.

Казалось бы, простой в своей основе процесс киносъемки изображения с телевизионного экрана существенно осложняется различием принципов кинематографического и телевизионного воспроизведения изображения.

Как известно, в кинематографе во время демонстрирования фильма проецирование изображения производится с неподвижного кадра и на всю поверхность экрана одновременно. Потом свет перекрывается обтюратором и в это время кинопленка передвигается на один кадр, останавливается, и тогда обтюратор вновь пропускает свет для проецирования очередного кадра. Кадросмена производится с частотой кинопроекции, равной большей частью 24 *кадр/с*. Таким образом, отдельные кадры сменяются на экране 24 раза в секунду с соответствующими перерывами между их проецированием*. Ощущение же непрерывности изображения на экране достигается за счет известного явления *инерционности зрения*.

Аналогичен и процесс киносъемки. Оптическое изображение объекта съемки, построенное объективом в плоскости неподвижной пленки в пределах всей поверхности кадрового окна камеры, экспонируется в течение определенного времени, зависящего от частоты съемки и величины угла открытия обтюратора.

Таким образом, для кинематографа характерным является экспонирование и проецирование одновременно практически всей площади изображения одного кадра**.

В то же время действие телевизионных систем основано на разложении изображения передаваемого объекта на большое число мелких элементарных участков. Электрические сигналы, соответствующие яркости и цветности таких последовательно расположенных элементарных участков передаваемого изображения, после их приема и обработки позволяют получить на экране телевизора более или менее тождественное воспроизведение яркости и цвета этих отдельных участков и таким образом воспроизвести все изображение объекта передачи.

Следовательно, в телевизионной системе в каждый момент времени считывается, передается и воспроизводится на экране только один элементарный участок изображения. Быстро следуя друг за другом, последовательно воспроизводятся все участки, составляющие изображение одного кадра. Кажущаяся же видимость на телевизионном экране всего изображения объясняется только инерционностью зрения и некоторым послесвечением люминофора экрана.

В принятой в СССР и ряде европейских стран системе телевидения изображение разлагается по вертикали на 625 строк, причем сканирующий изображение луч в передающей трубке и воспроизводящий в приемной пробегает сначала по нечетным строкам, начиная с первой, передавая таким образом первый полукадр, а потом по четным, начи-

---

* Для полного устранения впечатления мелькания киноизображения на экране его частота искусственно повышается до 48 раз в секунду за счет применения в кинопроекторе обтюратора, перекрывающего световой поток не только во время смены кадра, но и один раз во время проецирования.

** При вращении обтюратора в камере или кинопроекторе открытие и закрытие кадра начинается с одной его стороны и поэтому происходит некоторая неодновременность экспонирования и проецирования всей поверхности кадра, которая, однако, в данном случае значения не имеет.



Рис. XII-2. Порядок разложения телевизионного изображения

ная со второй, передавая второй полукадр. При этом в секунду передается 50 полукадров, или 25 полных кадров (рис. XII-2).

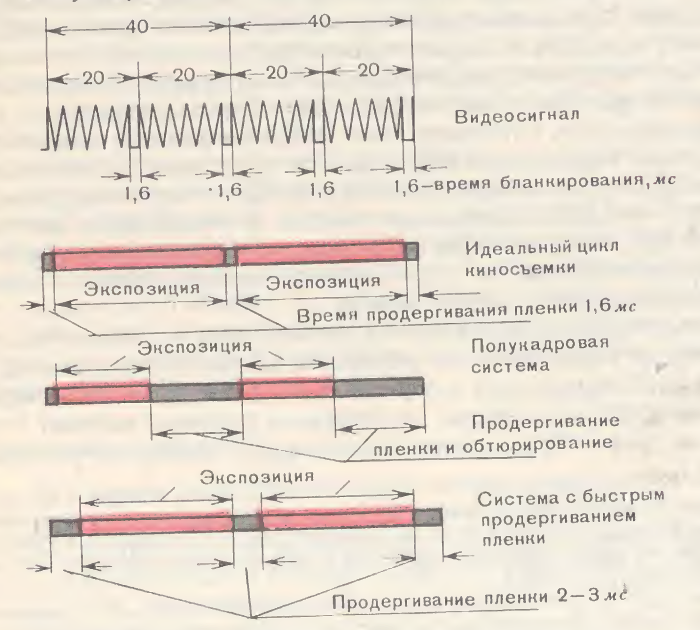


Рис. XII-3. Различные системы съемки киноизображения с телевизионного экрана (продолжительность отдельных циклов)

Для съемки на кинопленку такого телевизионного изображения необходимо, чтобы время, затрачиваемое на транспортирование пленки в промежутке между экспонированием смежных кадров, не превышало времени обратного хода луча после передачи каждого полукадра — времени бланкирования телевизионного изображения, т. е. было не более 1,6 *мс* (миллисекунды), как показано на рис. XII-3 для идеального цикла киносъемки.

В этом случае все строки телевизионного изображения будут зафиксированы на кинопленке. Однако практически такую систему пересъемки полностью реализовать не удается. Наиболее близки к ней системы, использующие киносъемочные аппараты с быстрым продергиванием пленки, на которое все же затрачивается от 2 до 3,5 *мс*, что вызывает потерю некоторого количества строк телевизионного изображения в начале или конце соответствующих полукадров. При правильном согласовании начала экспонирования кинокадра с началом соответствующего телевизионного полукадра будут потеряны только строки одного из полукадров, соответствующие самому верхнему или самому нижнему участку изображения, которые мало заметны.

Такие системы нашли наибольшее распространение и особенно успешно применяются при съемке на 16-*мм* кинопленку, для которой время продергивания при допустимых механических усилиях удается сделать достаточно коротким — около 2 *мс*. Для соответствующих аппаратов, работающих на 35-*мм* кинопленке, время продергивания несколько больше, так же как и износ самой пленки.

Наиболее простой является система, не требующая специального съемочного аппарата, получившая название *полукадровой*, так как в ней фиксируется только половина общего количества строк телевизионного изображения, отвечающая одному из полукадров. Естественно, что в этом случае уменьшается деталировка и ухудшается общее качество изображения. Достоинством способа является только возможность использовать обычные киносъемочные аппараты с углом открытия обтюратора порядка 180°.

В отдельных случаях применяются также системы съемки, использующие телевизионные экраны с *люминофорами*, имеющими достаточно длительный период послесвечения, что позволяет экспонировать все строки изображения при более длительном времени продергивания пленки в съемочном аппарате. Длительность послесвечения бывает различной — от относительно небольшой величины до позволяющей «запоминать» целый полукадр, т. е. до 20 *мс*. Такая система по режиму экспонирования соответствует полукадровой, но фиксирует изображение, отвечающее обоим полукадрам.

При пересъемке цветных изображений они воспроизводятся в позитивном виде на экране цветного кинескопа с теневой маской. Съемка ведется на цветной многослойной кинопленке, что позволяет с полученного негатива печатать нужное количество копий. В тех случаях, когда достаточно одной-двух копий, съемку целесообразно вести на обращаемой цветной пленке.

Полученные таким образом цветные кинокопии уступают по разрешающей способности и детальности изображения возможностям современных телевизионных систем и исходным магнитным видеограммам. Однако простота способа оправдывает его применение в тех случаях, когда требования к качеству изображения не очень высоки.

Более высокое качество можно получить на основе применения систем с использованием трех цветоделенных изображений, соответствующих красной, зеленой и синей составляющим цветного изображения.

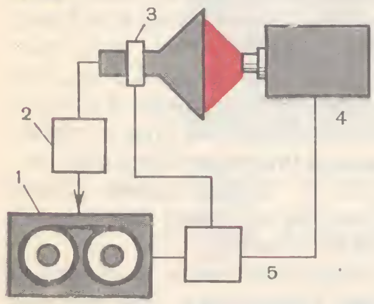


Рис. XII-4. Схема процесса «Видтроникс»

Одним из процессов, основанных на указанном принципе, является разработанный фирмой «Техниколор» процесс «Видтроникс», схема которого приведена на рис. XII-4.

Магнитная запись цветного изображения воспроизводится на соответствующем видеомагнитофоне *1*. Полученный сигнал декодируется фильтром *2*, служащим для выделения составляющих, соответствующих красному, зеленому и синему изображениям. Каждое из таких цветоделенных изображений воспроизводится поочередно на экране черно-белого кинескопа *3* высокой разрешающей способности и снимается камерой *4* с быстрым продергиванием пленки, которая строго синхронизирована с помощью специального устройства *5* с воспроизводящим изображение видеомагнитофоном и трубкой.

Цветоделенные негативы снимаются каждый на отдельной черно-белой кинопленке за три прогона. Если на видеоленте была записана и фонограмма, то и она переписывается на кинопленку для получения негатива фотографической фонограммы.

С полученных таким путем трех цветоделенных негативов печатается контратип на многослойной цветной кинопленке или изготовляются матрицы для печати тиража фильма гидротипным методом.

Эта система допускает и непосредственное получение цветного негатива на многослойной негативной пленке путем трехкратной съемки на ту же пленку через соответствующие светофильтры трех цветоделенных изображений с экрана кинескопа.

Фирма «Кодак» для той же цели предложила процесс «Тринископ», схема которого приведена на рис. XII-5. В нем также применяется декодирование общего идущего с видеомагнитофона *1* через фильтры *2* цветного сигнала видеозаписи для получения сигналов, отвечающих трем цветоделенным изображениям. Однако в отличие от предыдущего способа все три полученных сигнала подаются на три отдельных цветных кинескопа: *3*, *4* и *5*, на экранах которых воспроизводятся соответственно красное, зеленое и синее частные изображения. Оптическая система, состоящая из интерференционных зеркал *6* и соответствующих

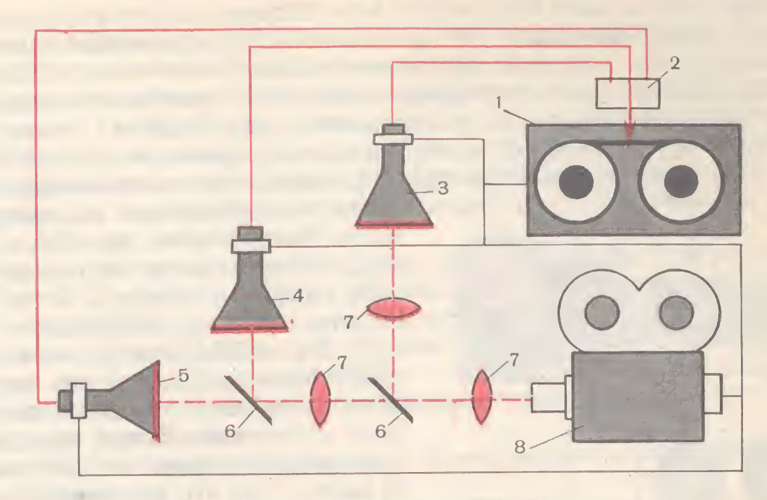


Рис. XII-5. Схема процесса «Тринископ»

объективов *7*, совмещает изображения всех трех экранов в плоскости пленки в одинаковом масштабе, что позволяет производить съемку камерой *8*, синхронизированной с видеомагнитофоном, на цветную негативную пленку и сразу получать пригодный для дальнейшего использования цветной негатив. В установке применен съемочный аппарат с быстрым продергиванием пленки и объектив, рассчитанный для работы на конечном расстоянии.

2. ЗАПИСЬ ЭЛЕКТРОННЫМ ЛУЧОМ

Способ основан на непосредственном экспонирующем действии электронного луча на фотографическую эмульсию кинопленки. Последняя помещается в плоскости образования электронного изображения в устройстве, аналогичном приемной телевизионной электронно-лучевой трубке. Практически полное поглощение электронов и неглубокое их проникновение в эмульсионный слой исключает их рассеяние и позволяет получать высококачественные изображения с высокой разрешающей способностью, а благодаря высокому энергетическому использованию применять малочувствительные мелкозернистые кинопленки.

В эксплуатации сложно обеспечить вакуум, необходимый для нормального распространения электронного луча, что требует постоянной откачки воздуха из всего устройства и камеры, где проходит кинопленка.

На рис. XII-6 приведена упрощенная, с однолучевой трубкой, структурная схема устройства для записи изображения электронным лучом, где *1* — видеомагнитофон, считывающий сигналы цветного изображения с магнитной ленты, модулирующие по интенсивности электронный луч *2* в электронно-лучевой трубке *3*. Фокусирование луча производится

полем, создаваемым катушкой *4*, а его перемещение по полю кадра — отклоняющей системой *5*. Синхронизация работы съемочной камеры *6* с магнитофоном и трубкой обеспечивается специальным устройством *7*, подающим смещающий луч сигнал в момент продергивания кинопленки на электростатическую отклоняющую систему *8* трубки.

Полная установка для записи цветного изображения состоит из трех таких трубок, каждая из которых фиксирует соответствующее цветоделенное изображение на отдельной черно-белой пленке, как это, например, сделано в установке американской фирмы «Jmage Transform». В устройстве, разработанном фирмой 3М (США), применена одна трехлучевая трубка и запись цветоделенных изображений производится на одну 16-*мм* черно-белую кинопленку, транспортируемую со скоростью 72 *кадр/с* так, что каждые три соседних кадрика соответствуют трем цветоделенным изображениям.

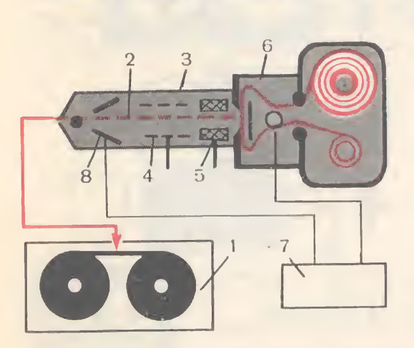


Рис. XII-6. Схема записи изображения электронным лучом

Дальнейшее изготовление цветных фильмокопий с тех или других полученных записью электронным лучом цветоделенных исходных материалов не составляет особого труда и может быть осуществлено одним из применяемых в кинематографии способов.

В последнее время создан также способ перевода цветного киноизображения с магнитной видеозаписи на кинопленку с использованием лучей лазера, разработанный телевизионной компанией CBS («Columbia Broadcasting Sistem»), и ряд других методов.

УСЛОВИЯ КОНТРОЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ФИЛЬМОВ

Как было показано выше, телевизионные фильмы по целому ряду показателей должны отличаться от аналогичных фильмов, предназначенных для демонстрирования в кинотеатрах. Такие технические показатели негативов и позитивных копий, как минимальная и максимальная плотности, а также коэффициент контрастности обработки можно проверить измерением на соответствующих сенситометрических приборах. Общее же качество цветной фильмокопии можно оценить только субъективно при просмотре на экране в условиях, соответствующих процессу показа их по телевидению.

Естественно, что наиболее полно этому условию должен был бы отвечать просмотр на нормальном телевизионном экране при воспроизведении фильма на телекинопроекторе через соответствующий

цветной телевизионный тракт. Такую систему контроля и применяет ряд кино- и телестудий, производящих большое количество цветных фильмов для телевидения. Однако отсутствие до настоящего времени международной стандартизации характеристик каналов телекинопередачи приводит к их большой неоднородности, что лишает этот способ его основных преимуществ. Вместе с этим высокая стоимость кинотелевизионного тракта и сложность его обслуживания заставили искать другие решения, создавая искусственно условия, близкие к телевизионным, для обычной кинопроекции.

На основе работ, выполненных рядом фирм и организаций, Технический центр Европейского Союза радиовещания подготовил рекомендации по контролю и оценке цветных телевизионных фильмов, предназначенных для международного обмена, а Американское общество инженеров кино и телевидения (SMPTE) — проект стандарта на условия субъективной оценки качества цветных кинофильмов, предназначенных для показа по телевидению.

Обе эти организации рекомендовали весьма схожие условия контроля фильмокопий.

Основные рекомендации Технического центра Европейского Союза радиовещания:

размер экрана, в зависимости от количества зрителей, выбирается в пределах от 0.5 до 1,5 *м* по диагонали, а зрители располагаются перед ним на расстоянии, превышающем его высоту в четыре-шесть раз. Проекция может производиться как на отражение, так и на просвет;

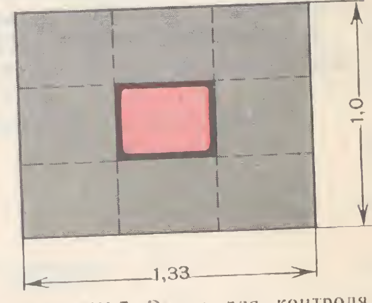


Рис. XII-7. Экран для контроля телевизионных фильмов и освещаемый фон, на котором он расположен

экран обязательно должен быть окружен освещенным участком пространства — фоном, площадь которого превышает площадь экрана не менее чем в девять раз. Освещение фона может производиться на отражение или на просвет;

цветовая температура света, отраженного или пропущенного экраном, должна находиться в пределах 5400—6500 К при желательном номинале 6000 К. Было установлено, что эта величина является допустимым компромиссом между принятым в кинематографии для проекции светом с цветовой температурой около 5500 К и опорным белым светом в телевидении 6500 К. Цветовая температура света, отраженного фоном, может отличаться от экранной не более чем на ± 200 К;

яркость экрана без фильма должна составлять 360—440 *асб* (114,5—140 *кд/м*^{2}); яркость окружающего экран фона — в пределах 53—70 *асб* (16,8—22 *кд/м*^{2});

отделка стен и потолка просмотрового зала не должна влиять на освещенность экрана и окружающего его освещаемого фона.

Основные положения проекта стандарта Американского общества инженеров кино и телевидения:

проекция осуществляется на небольшой экран с соотношением сторон 1,33:1, расположенный на фоне нормированно освещенного поля, превышающего по площади поле экрана не менее чем в восемь раз. Относительные пропорции поля и экрана приведены на рис. XII-7. Экран может иметь обрамляющую рамку черного цвета шириной 7,6—10 *см*;

зрители располагаются от экрана на расстоянии, в четыре-шесть раз превышающем его высоту;

яркость экрана при открытом окне кинопроектора без фильма должна составлять 430 *асб*±10% (136,7 *кд/м*²±10%). Уменьшение освещенности на расстоянии 5% ширины экрана от его краев допускается не более чем на 20% по сравнению с центром. Яркость окружающего экран поля должна составлять приблизительно 10% от указанной яркости экрана при том же спектральном составе света;

результирующая цветовая температура отраженного от экрана света, определяемая примененным в кинопроекторе источником света, светофильтрами и свойствами экрана, должна находиться в пределах 5400±400 К;

уровень рассеянного света в зале должен быть незначительным — так, чтобы яркость неосвещенного экрана была меньше 10,7 *асб* (3,4 *кд/м*²).

В СССР на предприятиях, изготовляющих цветные фильмы для телевидения, применяются близкие условия контроля фильмокопий.

В ближайшее время следует ожидать международной нормализации условий контроля цветных телевизионных фильмов.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел III
КИНОСЪЕМОЧНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ

Раздел IV
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ И МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИНОФИЛЬМОВ . . . 194

Раздел V
ШТАТИВЫ, ТЕЛЕЖКИ И ОПЕРАТОРСКИЕ КРАНЫ

Гордийчук И. Б.

Г 68 Справочник кинооператора/И.Гордийчук, В. Пелль. — М.: Искусство, 1979. — 440 с.

В справочнике приведены сведения о технике киносъемки, об отечественной и иностранной съемочной аппаратуре, объективах, кинопленках, осветительных приборах и новых источниках света. Рассмотрены методы использования телевизионной техники в производстве кинофильмов, а также ряд других справочных материалов в области киносъемки. Справочник иллюстрирован. Рассчитан на операторов и инженерно-технических работников кино- и телестудий, студентов высших учебных заведений кинематографии и специалистов различных областей науки и техники.

Г $\frac{32303\text{-}031}{025(01)\text{-}79}$ **137-77** **ББК 37.95 778**

ИГОРЬ БОРИСОВИЧ ГОРДИЙЧУК,
ВЛАДИМИР ГЕОРГИЕВИЧ ПЕЛЛЬ

СПРАВОЧНИК КИНООПЕРАТОРА

**РЕДАКТОР Н. Н. ЖЕРДЕЦКАЯ. ХУДОЖНИК П. Н. ФЕДОРОВ.
ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР Л. И. ОРЛОВА.
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕДАКТОРЫ В.У. БОРИСОВА, Г. М. КОРОТКОВА.
КОРРЕКТОР Н. Н. ПРОКОФЬЕВА.**

ИБ № 643

Сдано в набор 9.12.77. Подписано к печати 30.11.78. А 07931. Формат издания 60 × 90 / 16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсет. Усл. печ. л. 27,5. Уч.-изд. л. 27,63. Изд. № 16664. Тираж 30 000. Зак. 951. Цена 1 р. 40 к. Издательство «Искусство», 103009. Москва, Собиновский пер., 3. Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.